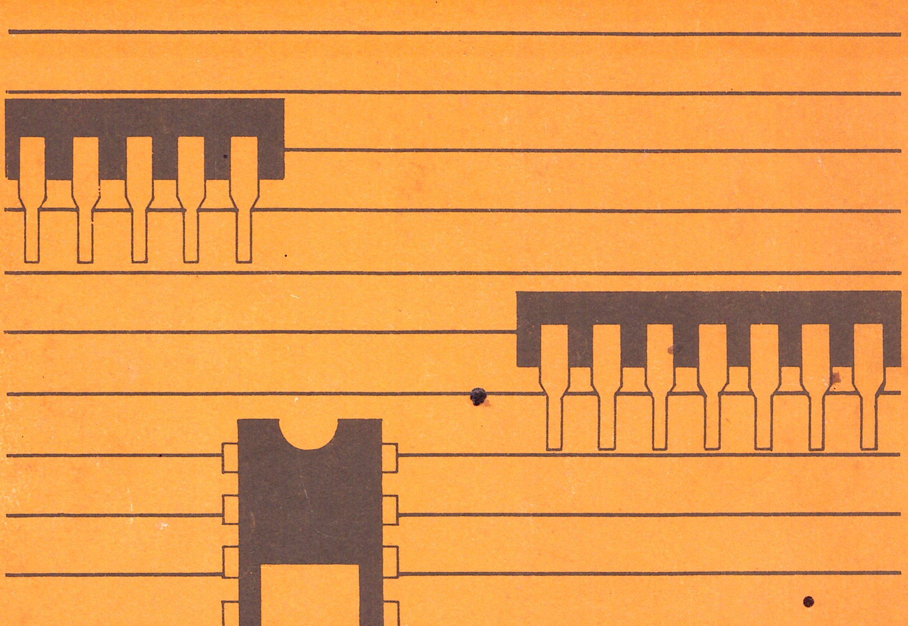
АНАЛОГОВЫЕ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ МИКРОСХЕМЫ

Д.И.Атаев В.А.Болотников

АНАЛОГОВЫЕ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ МИКРОСХЕМЫ

ДЛЯ БЫТОВОЙ РАДИОАППАРАТУРЫ



Издательство МЭИ

(T)

Aufz-

Атаев Д.И., Болотников В.А.

Аналоговые интегральные микросхемы для бытовой радиоаппаратуры

Справочник

Издательство МЭИ

Москва 1991

ББК 32.844-022-06Я 23
А 92
УДК: 621.396.6:64.049.77(035.5)

Р е ц е н з е н т канд. техн. наук К. Э. Астратян
Научный редактор А. И. Гусев

Атаев Д. И. О., Болотников В. А.

А92 Аналоговые интегральные микросхемы для бытовой радиоаппаратуры: Справочник. – М.: Изд-во МЭИ, 1991. – 240 с., ил.
ISBN 5-7046-0028-X

Рассмотрены аналоговые интегральные микросхемы (ИМС) отечественного производства, применяемые в бытовой радиоаппаратуре. Приведены структурные и принципиальные схемы, схемы включения, электрические параметры, их зависимости от условий эксплуатации ИМС, чертежи корпусов, указаны назначение выводов и зарубежные аналоги.

Для инженерно-технических работников и радиолюбителей, занимающихся разработкой, эксплуатацией и ремонтом бытовой радиоаппаратуры.

А $\frac{2302030700-011}{097(02)-91}$ 11 – 90 ББК 32.844

ISBN 5-7046-0028-X © Атаев Д.И.О., Болотников В.А.,1991

Предисловие

Современный этап научно-технического прогресса характеризуется широким внедрением достижений микроэлектроники в создание изделий культурно-бытового и хозяйственного назначения.

Ускоренно развивается производство технически сложной бытовой аппаратуры длительного пользования с улучшенными потребительскими и эстетическими свойствами, полученными благодаря использованию современных компонентов и, в первую очередь, интегральных микросхем.

Применение современной элементной базы позволило не только усовершенствовать старые, но и создать новые методы проектирования, конструирования и производства бытовой радиоаппаратуры, улучшить ее технические и эксплуатационные характеристики. Малые габариты, масса, потребляемая мощность, высокая надежность, долговечность, многообразное функциональное назначение дали возможность создать такие устройства, как переносной микрокассетный проигрыватель, видеомагнитофон и др.

Разнообразие интегральных микросхем, различающихся по назначению, параметрам, конструктивному оформлению ставит перед разработчиками бытовой радиоаппаратуры непростую задачу их оптимального выбора. Поэтому разработчики и ремонтники этой аппаратуры должны иметь как можно более полные сведения о выпускаемых промышленностью интегральных микросхемах.

Цель настоящего справочника – ознакомить широкий круг специалистов с интегральными микросхемами, которые нашли или могут найти применение в различных видах и классах бытовой радиоаппаратуры. Для каждой микросхемы в справочнике приведены структурная схема и типовая схема включения, условия и предельно допустимые режимы эксплуатации, электрические параметры и зависимости параметров от режимов и условий применения.

Типовая схема включения с элементами, подключаемыми к микросхеме для нормального ее функционирования представляет собой один из вариантов ее применения. Электрические параметры микросхем измерены при включении их по типовой схеме в соответствии с ГОСТ 19799 – 74 "Микросхемы интегральные аналоговые. Методы измерения электрических параметров и определения характеристик".

В справочнике все микросхемы в соответствии с областью применения сгруппированы по функциональному назначению в трех разделах: используемые в звукотехнике (гл. 2), в магнитной записи (гл. 3), для радиоприема (гл. 4).

В главах микросхемы расположены в порядке возрастания номеров серий.

Для удобства пользования справочником описание микросхем унифицировано, в Приложении 1 приведены оцифрованные чертежи корпусов, а в соответствующих разделах указан тип корпуса и номер его чертежа.

В Приложении 2 перечислены все микросхемы, включенные в справочник в порядке возрастания их номеров, функциональное назначение каждой микросхемы, ее зарубежный аналог, номер чертежа корпуса и страница справочника, где описана данная микросхема.

Необходимо отметить, что справочник не заменяет ГОСТов, ТУ, паспортов и других документов, устанавливающих требования к интегральным микросхемам, поэтому в конкретных официальных разработках следует руководствоваться нормативными документами.

Предложения и замечания по содержанию справочника просим направлять по адресу: 105835, ГСП, Москва, Е-250, Красноказарменная ул., 14, Издательство МЭИ.

Глава 1

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ АНАЛОГОВЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМАХ

1.1. АНАЛОГОВАЯ ИНТЕГРАЛЬНАЯ МИКРОСХЕМА – ОСНОВА ЗАВЕРШЕННОГО ФУНКЦИОНАЛЬНОГО УЗЛА БЫТОВОЙ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

Аналоговые интегральные микросхемы (АИМС) предназначены для преобразования и обработки сигналов, изменяющихся непрерывно по уровню и во времени. Они находят широкое применение в аппаратуре звуковоспроизведения и звукоусиления, радиоприемниках и телевизорах, видеомагнитофонах и измерительных приборах, в аналоговых вычислительных машинах, технике связи и т. д.

АИМС – конструктивно завершенное устройство, которое в совокупности с ограниченным количеством внешних радиоэлементов позволяет создавать сложный завершенный функциональный узел (например, декодер ПАЛ-СЕКАМ, УПЧ изображения, видеоусилитель, генератор и т. п.).

Функциональный узел [1] – это группа радиоэлементов, объединенных конструктивно и технологически в сборочную единицу (модуль), предназначенную для создания некоторой законченной части радиоэлектронной аппаратуры (РЭА), например, усилителя, фильтра, источника питания и т. п.

Взамен традиционного метода изготовления функциональных узлов путем сборки их из готовых электрорадиоэлементов в модули с применением межсоединений и конструктивных элементов в АИМС процессы изготовления входящих в узел электрорадиоэлементов и объединения их в функциональную конструктивно завершенную структуру совмещаются. Эта технология носит название *интегральной* (от латинского *integre* – целый, неразрывно связанный). Функциональные узлы (ФУ) РЭА, изготавливаемые методом интегральной технологии называются интегральными микросхемами (ИМС). Характерная особенность интегральной технологии – высокий уровень миниатюризации (до 10^6 элементов в одном корпусе).

Для функциональных узлов радиоаппаратуры удобным показателем уровня миниатюризации является плотность упаковки, характеризуемая отношением числа элементов, содержащихся в узле, к объему узла.

При сборке маломощных функциональных узлов из готовых радиоэлементов не удается поднять плотность упаковки выше 2 – 3 элементов в кубическом сантиметре даже при использовании самых миниатюрных полупроводниковых приборов и пассивных элементов. Интегральная же технология позволяет достигать плотности упаковки $10^4 - 10^5$ элементов в 1 $см^3$ при невысокой стоимости и большой надежности ФУ. Эта особенность интегральной технологии, обеспечивающая большие возможности миниатюризации радиоэлектронных изделий, явилась причиной широкого

и быстрого внедрения интегральных микросхем в РЭА.

Интегральная технология изменила представление об оптимальных функциональных структурах радиоэлектронных устройств и их функциональном базисе. Появились новые принципы и способы конструирования аппаратуры, оказывающие значительное влияние на все этапы изготовления радиоэлектронных устройств, способы их эксплуатации и существенно расширяющие сферу их применения. Сформировалась специальная отрасль электроники – микроэлектроника, решающая проблемы конструирования и производства электронных изделий на базе интегральной технологии.

В настоящее время стандартизованы количественные и качественные показатели сложности ИМС, характеризуемые числом содержащихся в них элементов.

В ГОСТ 17021 – 75 степень интеграции ИМС определена как показатель сложности, выражаемый формулой $K = \lg N$, где K – коэффициент, округляемый до ближайшего большего целого числа, N – число элементов, входящих в ИМС. В соответствии с этим по числу содержащихся в корпусе ИМС элементов различают шесть степеней интеграции: от 1 до 10^1 (первая), от 10 до 10^2 (вторая) и т. д. В настоящее время уже существуют интегральные микросхемы шестой степени интеграции для цифровых униполярных ИМС.

По сложности ИМС подразделяются на малые, средние, большие и сверхбольшие интегральные микросхемы (МИС, СИС, БИС и СБИС) (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Наименование ИМС	Структура ИМС	Число элементов на кристалле
Малая интегральная (МИС)	Биполярная	1 – 30
Средняя интегральная (СИС)	Биполярная, униполярная	31 – 100
Большая интегральная (БИС)	Биполярная, униполярная	101 – 300
Сверхбольшая интегральная (СБИС)	Биполярная, униполярная	Более 300

Интегральные микросхемы повышенного уровня интеграции (БИС, СБИС) имеют по сравнению с МИС значительно лучшие массогабаритные показатели, меньшую стоимость в расчете на один ФУ, а также другие преимущества, благодаря которым удается существенно улучшить основные технико-экономические характеристики РЭА. Во-первых, значительно уменьшается число соединений в аппаратуре из-за большей функциональной сложности самих микросхем. Так как контактные соединения являются одной из основных причин отказов микроэлектронной аппаратуры, то использование микросхем повышенной степени интеграции позволяет улучшить надежность аппаратуры на один-два порядка по сравнению с аппаратурой на микросхемах малой интеграции. Во-вторых, сокращается суммарная длина соединительных линий между элементами, снижаются паразитные емкости нагрузок и, следовательно, повышается частотный диапазон аппаратуры. Создание аппаратуры, работающей в СВЧ диапазоне принципиально возможно на базе микросхем повышенного уровня интеграции, в которых длину отдельных соединений можно довести до 1 см, снизив тем самым задержку распространения сигналов между элементами до 0,05...0,1 нс.

Вместе с тем, микросхемы повышенного уровня интеграции обладают особенностями, осложняющими разработку аппаратуры на их основе, например, возрастание удельной рассеиваемой мощности при увеличении степени интеграции требует специальных мер по обеспечению теплоотвода, а при удельной мощности выше 2 Вт/см^2 – принудительного охлаждения. Меньшая универсальность

микросхемы повышенной степени интеграции ограничивает объем их выпуска, а следовательно, увеличивает их стоимость. При повышении плотности упаковки усиливается электромагнитная связь между элементами, что приводит к снижению устойчивости работы устройства.

Существенно ограничивают создание полупроводниковых интегральных схем повышенной степени интеграции трудности, возникающие при изготовлении малых по размерам корпусов ИМС с большим количеством выводов.

Тем не менее повышение уровня интеграции микросхем является прогрессивным направлением, которое помогает улучшить функциональные и эксплуатационные показатели РЭА.

С помощью интегральной технологии можно изготовить большинство маломощных функциональных узлов РЭА в виде микросхем. Однако промышленное производство микросхем определенного типа целесообразно лишь при их массовом применении. При малом объеме сбыта затраты на разработку и подготовку производства значительно повысят стоимость ИМС, и их применение окажется нецелесообразным, что приводит к необходимости ограничения номенклатуры микросхем.

Следует отметить, что АИМС относятся к комплектующим изделиям, не имеющим самостоятельного назначения, а применяемым лишь в совокупности с другими изделиями как составные части более сложных и различных по назначению устройств. Поэтому диапазон требований к микросхемам со стороны потребителей весьма высок и их удовлетворение – непростая задача. Для эффективного решения этой задачи установлено плановое развитие номенклатуры микросхем и их стандартизация.

1.2. КЛАССИФИКАЦИЯ АНАЛОГОВЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ

Интегральные микросхемы в зависимости от технологии изготовления бывают полупроводниковыми, пленочными и гибридными.

В соответствии с ГОСТ 17021 – 75, полупроводниковыми ИМС называются такие, в которых все элементы и межэлементные соединения выполнены в объеме и на поверхности кристалла. Пленочными ИМС – в которых все элементы и межэлементные соединения выполнены в виде пленок, проводящих и диэлектрических материалов. Существует два варианта этих ИМС: тонкопленочные и толстопленочные. К первым относятся ИМС с толщиной пленок 1 мкм и менее, вторым – с толщиной пленок свыше 1 мкм. К гибридным относятся ИМС, содержащие кроме элементов интегрально выполненных в кристалле полупроводника, и отдельные компоненты, изготовленные самостоятельно (например, бескорпусной транзистор, керамический конденсатор и т. п.).

На практике одновременно с понятием БИС используется и понятие базовый комплект БИС – это минимальный состав совместимых по конструктивному исполнению и электрическим параметрам БИС, обеспечивающих построение завершенной микроэлектронной аппаратуры.

Государственные стандарты определяют функциональную классификацию и типы ИМС, совокупность разрешенных значений основных параметров ИМС (параметрические ряды), габаритных и присоединительных размеров, типов и размеров корпусов (размерные ряды). Функциональная классификация ИМС определена ГОСТ 18682 – 73.

Интегральные микросхемы по выполняемым функциям разбиты на подгруппы (усилители, генераторы, фильтры и т. д.). В каждой из них ИМС подразделены по виду выполняемой функции (усилители промежуточной частоты, фильтры низкой частоты, преобразователи фазы и т. д.). В соответствии с функциональной классификацией микросхемы им присваивают определенные наименования.

При выборе микросхем для аппаратуры конкретного назначения необходимо руководствоваться не только функциональным назначением микросхемы, но и значениями параметров, характеризующих свойства ИМС и режимы работы. Обычно указываются функциональные параметры ИМС, характеризующие ее возможности; параметры рабочего режима, определяющие совокупность условий, необходимых для правильного функционирования ИМС; предельно допустимые уровни воздействий окружающей среды, не нарушающие нормального функционирования ИМС в пределах гарантированного ресурса; конструктивные параметры, характеризующие габаритные и присоединительные размеры.

1.3. СИСТЕМА УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ АНАЛОГОВЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ

Разработка и изготовление аналоговых ИМС производится сериями. Каждая серия отличается степенью комплектности и содержит несколько микросхем, которые в свою очередь подразделяются на типономиналы. Серия состоит из совокупности ИМС, выполняющих различные функции, имеющих единое конструктивно-технологическое исполнение и предназначенных для совместного применения (ГОСТ 17021 – 75). Интегральная микросхема, имеющая конкретное функциональное назначение и условное обозначение, называется типономиналом.

Обозначение ИМС состоит из четырех элементов:

первый – цифра, соответствующая конструктивно-технологической группе (1, 5, 6, 7 – полупроводниковые ИМС (цифра 7 присвоена бескорпусным полупроводниковым ИМС); 2, 4, 8 – гибридные ИМС; 3 – прочие ИМС);

второй – две-три цифры, обозначающие порядковый номер разработки;

третий – две буквы, определяющие функциональное назначение (подгруппу) и вид ИМС (табл. 1.2);

четвертый – одна или несколько цифр, обозначающих порядковый номер разработки ИМС в данной серии.

Иногда в конце условного обозначения добавляется буква, определяю-

Таблица 1.2

Функциональное назначение (подгруппа)	Обозначение (функции)
Генераторы	
гармонических сигналов	ГС
прямоугольных сигналов	ГГ
линейно изменяющихся сигналов	ГЛ
сигналов специальной формы	ГФ
шума	ГМ
прочие	ГП
Детекторы	
амплитудные	ДА
импульсные	ДИ
частотные	ДС
фазовые	ДФ
прочие	ДП
Коммутаторы и ключи	
тока	КТ
напряжения	КН
прочие	КП
Многофункциональные ИМС	
аналоговые	ХА
цифровые	ХЛ
комбинированные	ХК
цифровые	ХМ
аналоговые матрицы	ХН
комбинированные (аналоговые и цифровые) матрицы	ХТ
прочие	ХП
Модуляторы	
амплитудные	МА
частотные	МС
фазовые	МФ
импульсные	МИ
прочие	МП

Функциональное назначение (подгруппа)	Обозначение (функции)
Наборы элементов	
диодов	НД
транзисторов	НТ
резисторов	НР
конденсаторов	НЕ
комбинированные	НК
функциональные	НФ
прочие	НП
Преобразователи сигналов	
частоты	ПС
длительности	ПД
напряжения (тока)	ПН
мощности	ПМ
уровня	ПУ
аналого-цифровые	ПА
цифроаналоговые	ПВ
синтезаторы частоты	ПЛ
делители частоты аналоговые	ПК
умножители частоты	
аналоговые	ПЕ
код-код	ПР
прочие	ПП
Схемы источников вторичного электропитания	
выпрямители	ЕВ
преобразователи	ЕМ
стабилизаторы напряжения	
непрерывные	ЕН
стабилизаторы тока	ЕТ
стабилизаторы напряжения	
импульсные	ЕК
схемы управления импульсными	
стабилизаторами	ЕУ
прочие	ЕП
Схемы задержки	
пассивные	БМ
активные	БР
прочие	БП
Схемы сравнения	
амплитудные (уровня сигнала)	СА
временные	СВ
частотные	СС
компараторы	СК
прочие	СП
Усилители	
высокой частоты	УВ
промежуточной частоты	УР
низкой частоты	УН
широкополосные напряжения	УК
импульсных сигналов	УИ
повторители	УЕ
считывания и воспроизведения	УЛ
индикации	УМ
постоянного тока	УТ
операционные	УД
дифференциальные	УС
прочие	УП
Фильтры	
верхних частот	ФБ
нижних частот	ФН
полосковые	ФЕ
режекторные	ФР
прочие	ФП

щая технологический разброс электрических параметров типономинала.

Для ИМС, используемых в устройствах широкого применения, в начале обозначения указывается буква К. Для характеристики материала и типа корпуса перед цифровым обозначением серии могут быть добавлены следующие буквы:

А – пластмассовый планарный корпус;
Б – ИС в бескорпусном варианте;
Е – металлополимерный корпус второго типа;
И – стеклокерамический планарный корпус;
М – керамический, металлокерамический и стеклокерамический корпус второго типа;
Р – пластмассовый корпус второго типа;
Ф – миниатюрный пластмассовый корпус.

Например, условное обозначение полупроводниковой ИМС широкого применения в пластмассовом корпусе предварительного усилителя записи и воспроизведения в канале звука с по-

рядковым номером серии 1005, номером разработки в данной серии по функциональному признаку 1 и технологическим разбросом А будет таким: КР1005УН1А.

1.4. ТИПОВЫЕ КОРПУСА АНАЛОГОВЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ

Корпус защищает элементы ИМС от влияния внешней среды, обеспечивает электрическую связь между элементами схемы и выводами, надежное механическое и электрическое соединение с другими элементами радиоэлектронного блока, а также отвод тепла от кристалла ИМС.

Одновременно корпус защищает кристалл ИМС от воздействия света, поглощает собственное излучение элементов схемы и служит экраном от внешних магнитных и электрических полей.

Наибольшее распространение получили пять видов конструктивно-технологического исполнения корпусов ИМС: металлостеклянные, металлополимерные, металлокерамические, керамические, пластмассовые.

Корпуса характеризуются габаритными и присоединительными размерами, числом выводов и расположением их относительно плоскости основания корпуса (планарные и штыревые).

В соответствии с ГОСТ 17467–79 "Микросхемы интегральные. Основные размеры" применяются корпуса пяти типов (табл. 1.3). Конструкция и основные размеры корпусов приведены на рис. 1.1–1.6, где:

n – общее число выводов;
ПО – плоскость основания;
УП – установочная плоскость;
А – расстояние от *УП* до верхней точки ИМС;
A_1 – расстояние между *УП* и плоскостью основания ИМС;
A_2 – расстояние от *ПО* до верхней точки ИМС;
Е – ширина ИМС;
Д – длина ИМС;
H_E – общая ширина ИМС;
L, L_D, L_E – длина вывода, пригодная для монтажа;
l – шаг выводов.

Заштрихованные области, условно показанные со стороны основания, предназначены для размещения ключа ИМС, показывающего позицию вывода после установки ИМС на плате.

Корпуса типа 1 подразделяются на четыре подтипа (см. рис. 1.1), отличающихся формой корпуса и порядком расположения выводов. Число выводов и основные размеры корпуса указаны в табл. 1.4.

Таблица 1.3

Корпус		Расположение выводов		Шаг, мм
тип	форма	на плоскости основания	относительно плоскости основания	
1	прямоугольный	в пределах проекции тела корпуса	перпендикулярное	2,5
2	прямоугольный	за пределами проекции тела корпуса	перпендикулярное	2,5
3	круглый	в пределах и за пределами проекции тела корпуса по окружности	перпендикулярное	1,25 под углом $360°/n$
4	прямоугольный	за пределами проекции тела корпуса	параллельное	1,25 или 0,625
5	прямоугольный	в пределах проекции корпуса	без выводов	1,25

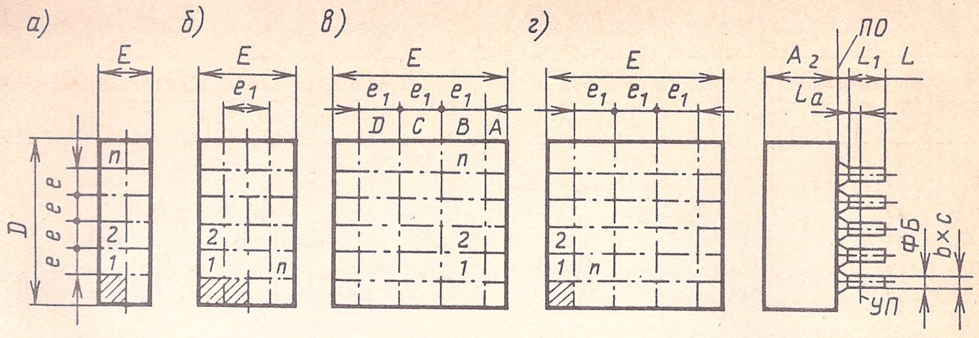


Рис. 1.1. Конструкция корпуса типа 1 и его модификации для микросхем

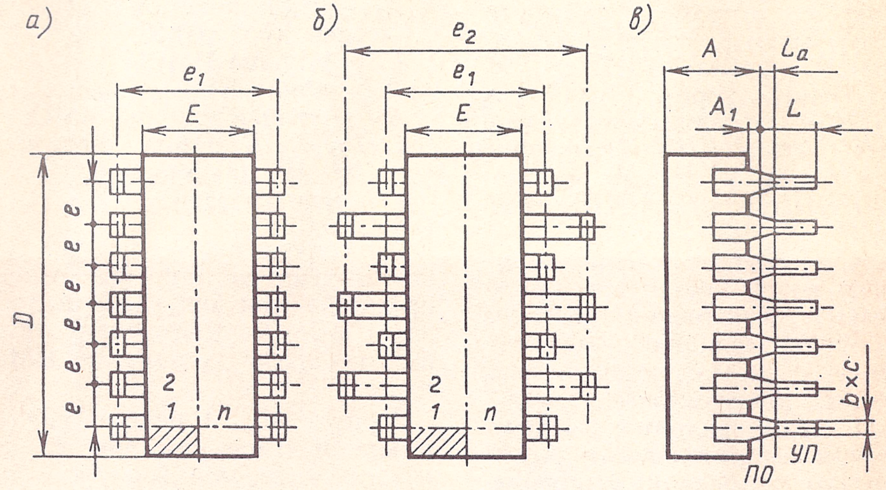


Рис. 1.2. Конструкция корпуса типа 2 и его модификации для микросхем

Для всех типоразмеров b_{max}=0,5 мм, c_{max}=0,4 мм, $l_{ном}$=2,5 мм, L_{max}=8 мм, $L_{a\ max}$=0,7 мм, $L_{1\ max}$=0,5 мм.

В корпусах подтипа 11 выводы расположены в один ряд (рис. 1.1 *а*), в корпусах подтипа 12 – вдоль длинных сторон (рис. 1.1 *б*), в корпусах подтипа 13 – по контуру корпуса (рис. 1.1 *в*), в корпусах подтипа 14 расположение выводов – линейно-многорядное (рис. 1.1 *г*). Минимальное число выводов n=8, максимальное n=304.

Корпуса рассмотренных подтипов имеют выводы круглого сечения, располагающиеся с шагом 2,5 мм как по одной, так и по другой координате.

Корпуса типа 2 подразделяются на два подтипа (рис. 1.2, 1.3), отличающихся способом отгибки выводов и расположением их вдоль граней основания корпуса. Число выводов и основные размеры корпусов приведены в табл. 1.5, 1.6. Для типоразмеров $A_{1\ max}$=1,8 мм, b_{max}=0,59 мм, c_{max}=0,36 мм, L_{max}=5 мм, $L_{a\ max}$=0,7 мм. В подтипе 21 размер $l_{ном}$=2,5 мм.

В корпусах подтипа 21 (рис. 1.2 *а*) выводы расположены вдоль длинных сторон основания корпуса и имеют одинаковую геометрию отгибки. Минимальное число выводов – 8, максимальное – 66. В корпусах подтипа 22 (рис. 1.2 *б*) выводы также расположены вдоль длинных сторон основа-

Таблица 1.4

Типоразмер	Число выводов[1]		Основные размеры, мм		
	n_D	n_E	D_{max}	E_{max}	$A_{2\,max}$
1101	7	1	19,5	4,5	20,0
1201	10	1	14,5	7,0	
1203	14	1	19,5	14,5	
1205	16	1	22,0	19,5	7,5
1208	20	1	27,0	17,0	
1210	28	1	37,0	27,0	
1212	40	1	52,0	37,0	
1213	46	1	59,0	39,5	10,0
1218	24	1	32,0	7,0	20,0
1219	22	1	29,5	9,5	
1301	4	4	12,0	12,0	
1305	9	5	24,5	19,5	7,5
1401	5	5	14,5	14,5	
1407	22	14	57,0	37,0	

[1] n_D, n_E – число выводов по длине и ширине корпуса.

ния корпуса, но они отогнуты на различных расстояниях в шахматном порядке. Минимальное число выводов – 8, максимальное – 66.

В корпусах обоих подтипов выводы имеют прямоугольное сечение, расположены с шагом 2,5 мм (подтип 21) и 1,25 мм (подтип 22).

Корпуса типа 3 подразделяются на три подтипа (рис. 1.4). Возможное число выводов и большинство основных размеров указано в табл. 1.7 – 1.9. Угол β для типоразмеров 3101, 3103, 3105 равен 45°, 36° и 30° соответственно, β_{max} – 45° (для типоразмера 3201) и 36° (для 3204), β_{min} – 11°15′.

Корпуса подтипа 31 (рис. 1.4 *а*) имеют три типоразмера, отличающихся друг от друга в первую очередь числом выводов, выполнены в виде цилиндра высотой 4,7 или 6,6 мм, диаметром 5 мм. Корпуса подтипа 32 (рис. 1.4 *б*) выполняют с 8 и 10 выводами, имеют отверстия для крепления и характеризуются большей теплоотдачей.

Корпуса подтипа 33 (рис. 1.4 *в*) изготавливают с 36 выводами, выполнены в виде таблетки высотой 5 и диаметром 16,5 мм. Корпуса типа 4 под-

Таблица 1.5

Типоразмер	Число выводов n	Основные размеры, мм		
		D_{max}	E_{max}	A_{max}
2101	8	12,0	7,5	5,0
2104	18	24,5		
2105	14	19,5	10,0	
2109	24	32,0		
2110	14	19,5	12,5	5.0 (6.25)
2114	32	42,0		
2116	16	22,0	15,0	
2123	40	52,0		
2127	14	19,5	17,5	
2134	48	62,0		
2135	66	84,5	20,0	7,5
2139	32	42,0	27,5	

Таблица 1.6

Типоразмер	Число выводов n	D_{max}	Основные размеры, мм				A_{max}
			E_{max}	$l_{ном}$	$l_{1\,ном}$	$l_{2\,ном}$	
2201	14	19,5	7,5	2,5	5,0	10,0	5,0
2203	40	28,2	22,5	1,25	20,0	25,0	6,25
2207	48	33,2	17,5	1,25	15,0	20,0	5,0
2209	64	45,7	25,0	1,25	22,5	27,5	5,0

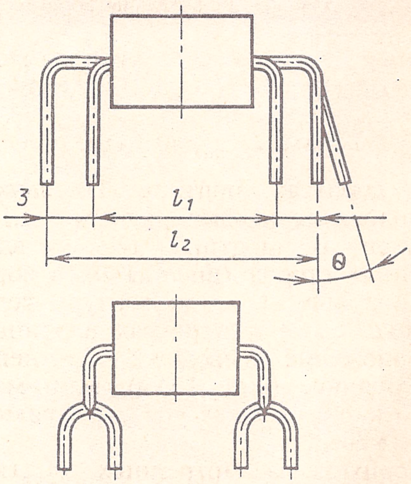


Рис. 1.3. Вариант формовки выводов для корпусов подтипа 22

Таблица 1.7

Типоразмер	Число выводов n	$A_{2\,max}$	$d_{ном}$	b_{max}	Основные размеры, мм			$L_{1\,max}$	$L_{a\,max}$
					D_{max}	$D_{1\,max}$	L_{max}		
3101	8	4,7	5.0	0.51	9.4	8.5	14,5	0,5	0.7
3103	12	4,7	5.0	0,51	9.4	8,5	14,5	0,5	0.7
3105	10	6,6	5.0	0,51	9.4	8.5	14.5	0.5	0.7

Таблица 1.8

Типоразмер	Число выводов n	$D_{1\,max}$	$A_{2\,ном}$	$D_{1\,ном}$	Основные размеры, мм			L_{max}	$L_{1\,max}$	$L_{a\,max}$
					$A_{2\,max}$	d_{max}	b_{max}			
3201	8	40	27	16,5	15,0	12,5	1,0	9,2	2,0	1,5
3204	10	40	27	22,8	7,5	12,5	1,0	9,2	2,0	1,5

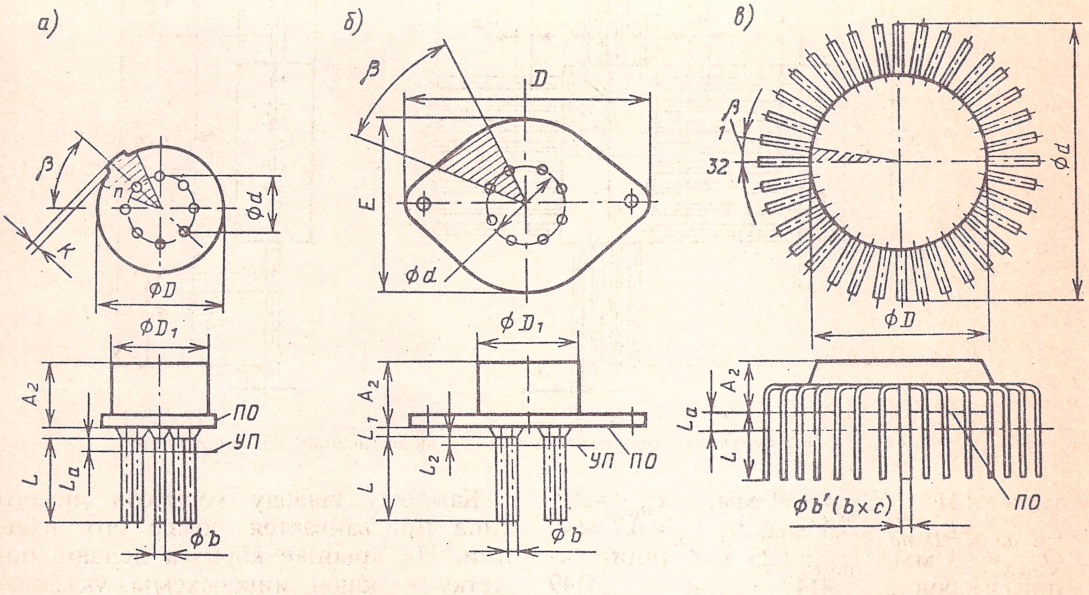


Рис. 1.4. Конструкция корпуса типа 3 и его модификации для микросхем

разделяются на два подтипа (рис. 1.5), отличающиеся расположением выводов. В корпусах подтипа 41 (см. рис. 1.5 *а*) они расположены вдоль двух сторон корпуса, в корпусах подтипа 42 (см. рис. 1.5 *б*) – вдоль четырех сторон. Размеры корпуса и число выводов приведены в табл. 1.10, 1.11. Для всех типоразмеров под-

Таблица 1.9

Типоразмер	Число выводов n	$D_{1\,max}$	Основные размеры, мм				L	L_a
			$A_{2\,max}$	$d_{ном}$	b_{max}	c		
3301	32	16,5	5,0	25,0	0,85	0,38	5.0	0,7

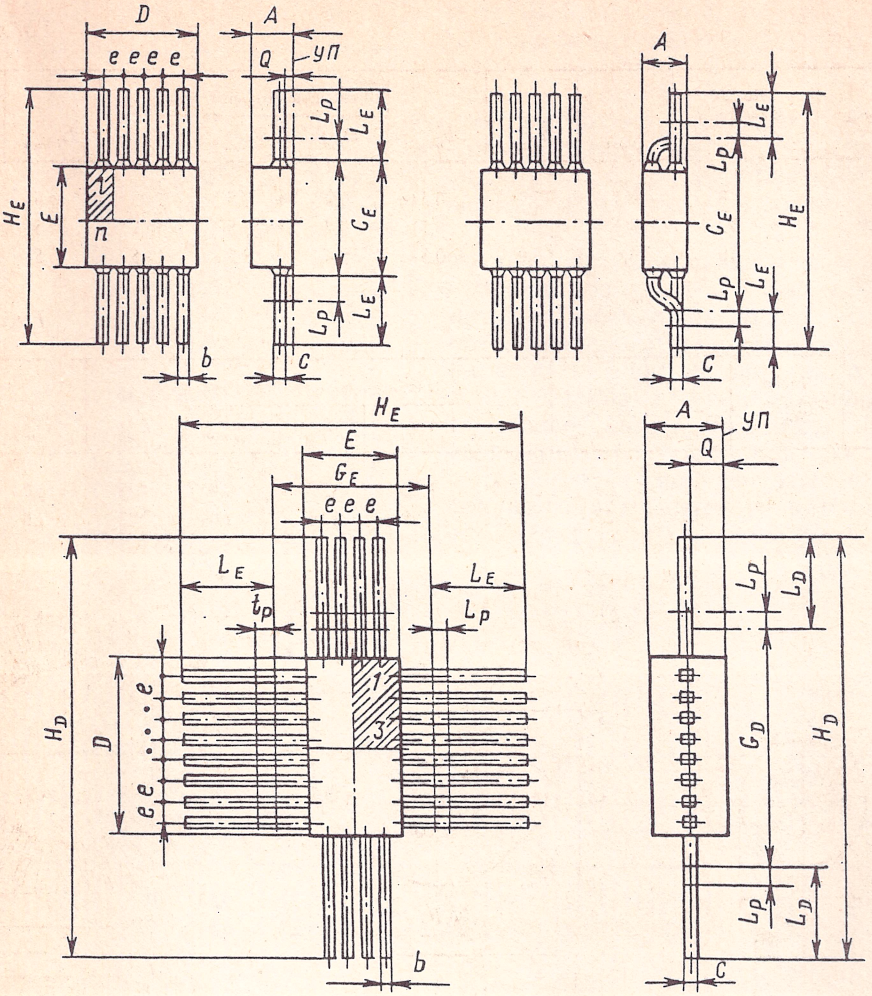


Рис. 1.5. Конструкция корпуса типа 4 и его модификации для микросхем

типа 41 b_{max}=0,54 мм, c_{max}=0,2, $L_{E\ min}=L_{D\ min}$=5,3 мм, $L_{p\ max}$=0,7 мм, Q_{max}=2,3 мм, $l_{ном}$=1,25 мм (для типоразмеров 4147 и 4149 $l_{ном}$=0,625 мм). В корпусах подтипов 41, 42 выводы, располагающиеся в плоскости тела корпуса, с шагом 0,625 или 1,25 мм имеют прямоугольное сечение размерами (0,3...0,5)×(0,05...0,3) мм. Корпуса типа 5 (рис. 1.6) не имеют выводов. Монтаж микросхемы производится с помощью контактных площадок размерами 1,6×0,9 мм. Число выводов и основные размеры указаны в табл. 1.12.

Каждому выводу корпусов любого типа присваивается номер его позиции. На крышке корпуса делают пометку – ключ микросхемы, указывающий начало отсчета выводов. На рис. 1.1 – 1.6 эта область показана штриховкой, там же приводится обозначение типа микросхемы.

Расшифровка обозначения корпуса типа 2, имеющего чертежный номер 2121.28 – 2, показана на рис. 1.7.

Чертежи корпусов ИМС, включенных в справочнике, приведены в Приложении 1.

В последние годы широко применяются безвыводные корпуса с

уменьшенными размерами или микрокорпуса (МК). Они позволяют не только увеличить плотность компоновки БИС, но и улучшить их электрические параметры, расширить возможности автоматизированного контроля и аттестации, а также уменьшить стоимость производства аппаратуры.

Наиболее очевидным преимуществом микрокорпусов по сравнению с традиционными корпусами ИМС является значительное уменьшение геометрических параметров – основных размеров, площади и объема конструкции, соответствующих одному и тому же кристаллу с одинаковым числом выводов. Так, размеры микрокорпуса с 64 выводами составляют $D \times E \times A = 18{,}62 \times 1{,}84 \times 3$ мм, $S = 3{,}47$ см^2 и $V = 1{,}04$ см^3, а размеры корпуса

Таблица 1.10

Типоразмер	Число выводов n	Основные размеры, мм			
		D_{max}	$c_{E\ max}$	$H_{E\ max}$	A_{max}
4101	6	4,50	5,0	22,50	
4102	14	9,50			2,5
4106	16	10,75	7,5	25,00	
4108	16	10,75	11,25	28,75	
4110	24	15,75			
4116	18	12,00			
4118	24	15,75	13,75	36,25	
4122	40	25,75			
4124	16	10,75			5,0
4128	40	25,75	15,00	38,50	
4130	48	30,75			
4135	61	40,75	20,00	42,50	
4138	42	27,00	26,75	53.75	
4142	48	30,75	28,75	56,25	7.5
4146	70	44,50	41,25	68,75	
4147	16	5,175	8,75	21,25	2.5
4149	16	5,175	11,25	23,75	

Таблица 1.11

Типоразмер	Число выводов		Основные размеры, мм										
	n_D	n_E	D_{max}	$l_{ном}$	E_{max}	$H_{D\ max}$	$H_{E\ max}$	A_{max}	b_{max}	c $L_{D\ min}$	$L_{E\ min}$,	$L_{p\ max}$	Q_{max}
4201	9	4	12,5	1,25	6,25	35,0	32,0	5,0	0,54	0,2	5,3	0,7	2,3
4203	16	16	21,25	1,25	21,25	48,0	48,0	5,0	0,54	0,2	5,3	0,7	2,3

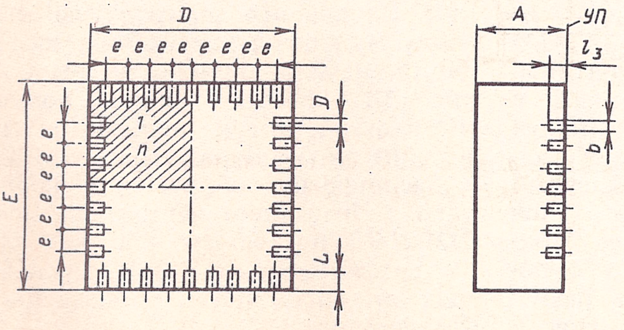


Рис. 1.6. Конструкция корпуса типа 5

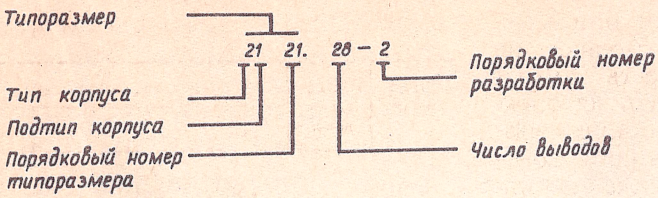


Рис. 1.7. Расшифровка обозначения корпуса типа 2

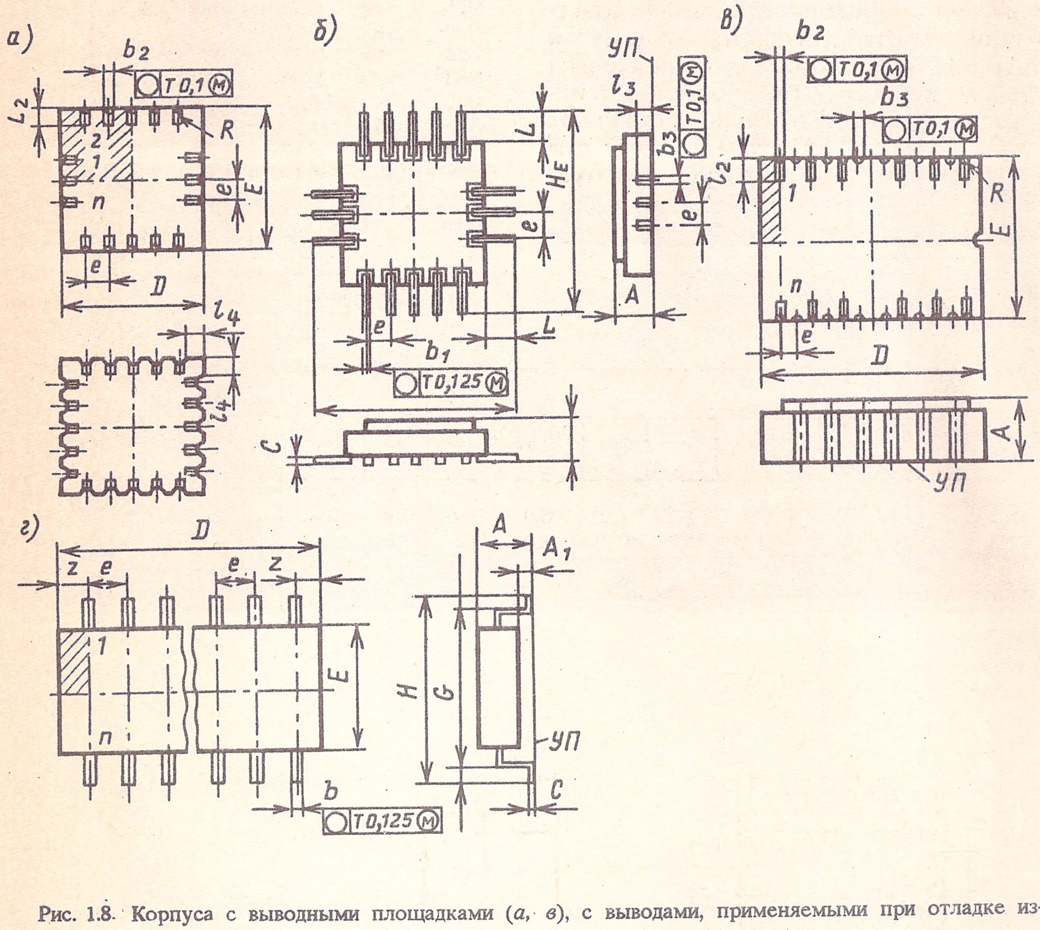


Рис. 1.8. Корпуса с выводными площадками (*а*, *в*), с выводами, применяемыми при отладке изделий (*б*) и сформированными для планарной установки на плате (*г*)

Таблица 1.12

Типоразмер	Число выводов			Основные размеры, мм				
	n	n_D	n_E	D_{max}, E_{max}	$A_{2\ max}$	b_{max}	$L_{2\ max}$, $L_{3\ max}$	$l_{ном}$
5101	24	7	5	10,0				
5103	44	11	11	15,0	5,0	0,9	1,6	1,25
5105	52	13	13	20,0				

ИМС подтипа 21 с тем же числом выводов составляют 81,3×20,3×3,5 мм, S=16,5 см^2 и V=5,77 см^3. Следовательно, микрокорпус занимает на плате площадь в 4,8 раза и объем в 5,5 раза меньшие, чем обычный корпус ИМС.

Микрокорпуса более плотно располагаются на плате в гибридной ИМС или микросборке, а также на печатной плате, что дает возможность достижения более плотной компоновки ФУ.

Уменьшение размеров МК приводит к значительному сокращению расхода дорогостоящих материалов: золота, керамики, сокращается номенклатура технологической оснастки. При обнаружении и отбраковке дефектной микросхемы применение недорогого МК дает значительную экономию по сравнению с корпусной ИМС.

Использование микрокорпусов улучшает электрические параметры ИМС из-за укорочения токопроводящих дорожек, снижения сопротивления и уменьшения межвыводной емкости, что повышает быстродействие ИМС.

Микрокорпус является частью конструкции ИМС (БИС) и предназначен для защиты кристаллов от внешних воздействий и соединения их посредством выводных площадок (выводов) с внешними электрическими цепями аппаратуры.

Таблица 1.13

Типоразмер	Число выводов			Основные размеры*, мм			
	n	n_D	n_E	D_{max},	E_{max}	H_{min}	H_{max}
H01	14	3	4	6,80		-	-
H02	16	5	3	6,80		12,80	15,20
H08	24	12	0	12,20		18,20	20,60
H10	28	7	7	9,60		-	-
H14	40	10	10	12,49		-	-
H16	42	12	12	14,52		-	-
H19	64	17	15	18,62		24,62	27,00
H20	84	21	21	23,76		-	-

* Для всех типоразмеров l=1.

Таблица 1.14

Типоразмер	Число выводов			Основные размеры, мм		
	n	n_D	n_E	l	D_{max}	E_{max}
H21	26	13	0	0,625	8,80	12,50
H22	52	26	0		17,60	12,50

Конструкции основных типов МК приведены на рис. 1.8, а их размеры – в табл. 1.13 – 1.15.

Каждому выводу присваивается номер. Возможно отсутствие некоторых выводов, однако их номера сохраняются для соответствия контактным площадкам печатной платы. Вывод *1* отмечается ключом – точкой, размещенной в заштрихованной зоне (рис. 1.8).

Номера выводов возрастают по периметру МК против часовой стрелки (если смотреть сверху).

Таблица 1.15

Типоразмер	Число выводов, n	Основные размеры*, мм					
		D_{max}	G_{min}	G_{max}	E_{max}	H_{min}	H_{max}
М03	8	5,0	4,00		5,20	5,70	6,30
М05	12	7,5					
М08	16	10,0	5,00		6,20	6,70	7,30

* Для всех размеров l=1,25.

1.5. УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ АНАЛОГОВЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ

Интегральные микросхемы для бытовой радиоэлектронной аппаратуры сохраняют свои параметры в пределах норм, установленных техническими условиями на каждую конкретную микросхему, при воздействии и после воздействия различных эксплуатационных факторов.

В табл. 1.16 приводятся условия эксплуатации микросхем, включенных в справочник.

Для большинства ИМС, используемых в бытовой РЭА, техническими условиями установлена минимальная наработка на отказ не менее 10 000 или 15 000 ч, а в облегченных режимах 25 000 ч. Минимальная наработка на отказ конкретных микросхем указывается в ТУ.

В упаковке предприятия-изготовителя или в составе аппартуры, а также в комплекте ЗИП микросхемы для бытовой РЭА могут храниться не менее шести лет.

Таблица 1.16

Серия	Степень интеграции (минимальное и максимальное количество элементов в корпусе ИМС)	Интервал рабочих температур, °С	Температура конденсации влаги при относительной влажности воздуха, 98 %	Вибрационные нагрузки	
				диапазон частот, Гц	максимальное ускорение, м/с^2
К157	44...53	−25...+55	25	1...600	100
К171	14...27	−60...+125	35	1...5000	400
К174	41...501	−10...+60	25	1...600	100
К175	36...172	−25...+55	25	1...600	100
К525	30...62	−10...+70	35	1...600	100
К538	24...31	−10...+70	35	1...600	100
К548	40...62	−10...+70	35	1...600	100
КР1005	73...738	−10...+70	25	1...600	100
КР1015	830...2490	−10...+70	35	1...2000	100

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ МИКРОСХЕМЫ ДЛЯ ЗВУКОВОСПРОИЗВОДЯЩЕЙ АППАРАТУРЫ

2.1. СЕРИЯ К174

Серия К174 представляет собой комплект аналоговых микросхем, предназначенный для высококачественной звуковоспроизводящей аппаратуры. Микросхемы выполнены на биполярных транзисторах с изоляцией *p-n* переходом.

Состав серии

ИМС К174УН3 – предварительный усилитель низкой частоты

ИМС К174УН4А,Б – усилитель мощности с выходной мощностью 1,4 Вт

ИМС К174УН5 – усилитель мощности звуковой частоты мощностью 2 Вт на нагрузке 4 Ом

ИМС К174УН7 – усилитель мощности звуковой частоты с выходной мощностью 4,5 Вт

ИМС К174УН8 – усилитель мощности звуковой частоты с номинальной выходной мощностью 2 Вт при сопротивлении нагрузки 4 Ом

ИМС К174УН9А,Б – усилитель мощности звуковой частоты с выходной мощностью 5 Вт и защитой от перегрузок на выходе

ИМС К174УН10А,Б – двухканальный усилитель звуковой частоты с электронной регулировкой частотной характеристики

ИМС К174УН11 – усилитель мощности звуковой частоты с выходной мощностью 15 Вт и защитой от перегрузок на выходе

ИМС К174УН12 – двухканальное регулирование громкости и баланса

ИМС К174УН14А,Б – усилитель мощности звуковой частоты

ИМС К174УН15 – двухканальный усилитель мощности звуковой частоты с выходной мощностью на канал 9 Вт

ИМС КФ174УН17 – двухканальный усилитель звуковой частоты с выходом на стереотелефоны

ИМС К174УН18 – двухканальный усилитель мощности звуковой частоты для переносной аппаратуры

ИМС К174УН19 – усилитель мощности звуковой частоты с выходной мощностью 15 Вт.

ИМС К174КП1 – двухканальный переключатель низкочастотных сигналов

Номера чертежей корпусов и основные эксплуатационные характеристики микросхем приведены в табл. 2.1.

ИМС К174УН3 (рис. 2.1) представляет собой предварительный усилитель звуковой частоты, используется в качестве микрофонных и телефонных усилителей в радиоприемной аппаратуре, а также для усиления слабых сигналов. Имеет коэффициент усиления более 600, малый коэффициент шума и хорошую линейность выходной характеристики. Состоит из двухкаскадного входного усилителя на транзисторах *VT1*, *VT2* с внешними нагрузками и цепями смещения и двухкаскадного выходного усилителя на транзисторах *VT3*, *VT4*, *VT9*, который через транзистор *VT4* можно охватить внешней обратной связью. Транзисторы *VT5...VT8* в диодном включении согласуют уровень коллекторного напряжения транзистора *VT3* и потенциал на базе выходного транзистора по постоянному току. Применяется с большим числом навесных компонентов, определяющих температурную стабильность усилителя, его

Таблица 2.1

Микросхема	Напряжение питания, В	Рабочий диапазон температур, °С	Гарантированная наработка на отказ, ч	Гарантированный срок хранения, лет	Количество элементов в корпусе	Номер чертежа корпуса	Тип корпуса
К174УН3	+ 6,0±0,6	−25...+55	15 000	6	14	8	238.12 – 1
К174УН4А,Б	+ 9,0±0,9	−25...+55	15 000	6	31	1	201.9 – 1
К174УН5	+12,0±1,2	−25...+55	15 000	6	19	8	238.12 – 1
К174УН7	+15,0±1,5	−10...+60	15 000	10	41	2, 8	201.12 – 1, 238.12 – 1
К174УН8	+12,0±1,2	−25...+55	15 000	6	31	1	201.9 – 1
К174УН9А,Б	+18,0±1,8	−10...+55	15 000	10	140	24	2104.12 – 1
К174УН10А,Б	+15,0±1,5	−10...+55	15 000	10	204	9	238.16 – 1
К174УН11	+15,0±1,5	−10...+55	15 000	10	150	3	201.14 – 1
К174УН12	+15,0±1,5	−10...+55	15 000	10	215	9	238.16 – 1
К174УН14	+15,0±1,5	−10...+55	25 000	10	86	19	1501Ю.5 – 1
К174УН15	+15,0±1,5	−10...+55	25 000	12	172	20	1503Ю.11 – 1
К174УН17	+ 3,0±0,3	−25...+70	50 000	8	*	35	Ф08.16 – 1
К174УН18	+ 9,0±0,9	−25...+70	50 000	10	127	21	1505Ю.17 – 1
К174УН19	±15,0±1,5	−25...+70	50 000	10	*	19	1501.5 – 1
К174КП1	+15,0±1,5	−25...+55	20 000	15	193	9	238.16 – 1

* Данными авторы не располагают

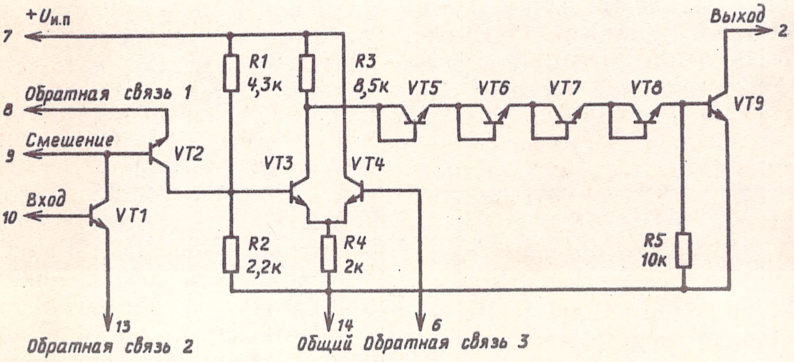


Рис. 2.1 а. Принципиальная схема ИМС К174УН3

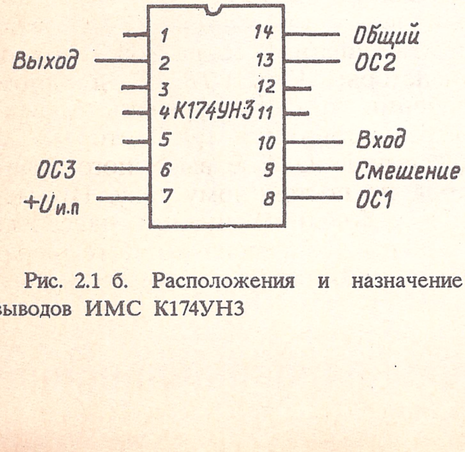


Рис. 2.1 б. Расположения и назначение выводов ИМС К174УН3

частотную характеристику и коэффициент усиления. При сопротивлении в цепи базы транзистора *VT1* равном 1 кОм приведенное ко входу напряжение шумов усилителя составляет 2 мкВ в полосе частот 0...20 кГц.

Электрические параметры ИМС К174УН3 при 25±10°С и $U_{и.п.ном}$=6 В.

Ток потребления $I_{пот}$, мА, при $U_{вх}$=0, не более ..6

Коэффициент усиления по напряжению (K_{yU}) при $U_{вх}$=0,1 мВ, f=1 кГц 600...1400
Коэффициент гармоник ($K_г$), %, при $U_{вх}$=0,5 В, f=1 кГц, не более 1,2.
Напряжение шумов, приведенное ко входу $U_{ш.вх}$, мкВ, в полосе 0...20 кГц и сопротивлении $R_{б\ VT1}$=1 кОм, не более 2
Входное сопротивление $R_{вх}$, кОм, на частоте 1 кГц, не менее 10

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К174УН3

Напряжение питания $U_{и.п}$, В, не более 7
Минимальное сопротивление нагрузки $R_{н\ min}$, кОм, не менее 10
Коэффициент усиления K_{yU} при температуре −25...+55°С, не менее 400

ИМС К174Н4А, К174УН4Б (рис. 2.2) представляют собой усилители мощности звуковой частоты. Входной каскад усилителя построен по дифференциальной схеме на транзисторах *VT3*, *VT4*. Постоянное смещение на базу транзистора *VT3* подается через резистор *R3*. Транзисторами *VT1*, *VT2* обеспечивается температурная стабилизация напряжения смещения. Выходной сигнал дифференциального каскада снимается через транзистор *VT6*, в коллекторную цепь которого включена термостабилизированная нагрузка на транзисторах *VT7*, *VT8* и резисторе *R8*. Далее сигнал поступает в каскад на составном транзисторе *VT9 VT10*. Этот каскад выполняет функции преобразователя уровня.

Плечи выходного двухтактного каскада выполнены по схеме эмиттерных повторителей на составных транзисторах *VT14 VT15* и *VT11 VT12 VT16*. Порог открывания эмиттерных повторителей определяется падением напряжения на резисторе *R10*. Отрицательная обратная связь с выхода усилителя через резистор *R14* на базу транзистора *VT4* уменьшает нелинейные искажения, связанные со ступенькой в выходном сигнале. Зависимости основных параметров ИМС от режимов эксплуатации приведены на рис. 2.3.

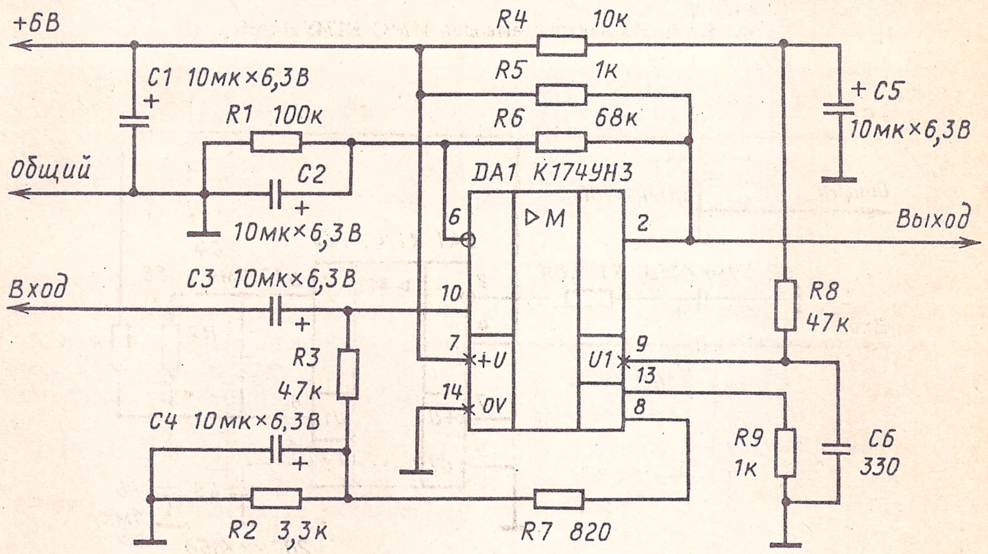


Рис. 2.1 в. Типовая схема включения ИМС К174УН3

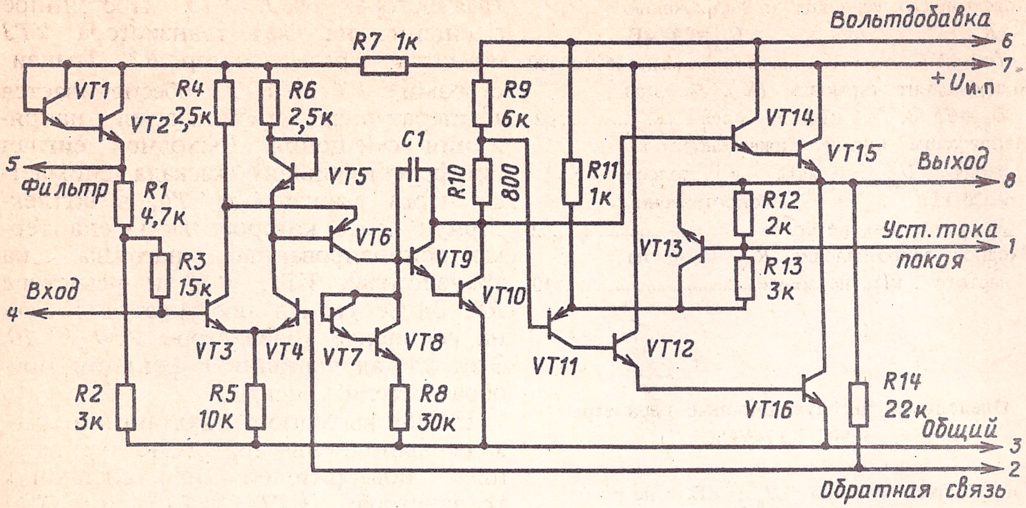


Рис. 2.2 а. Принципиальная схема ИМС К174УН4А,Б

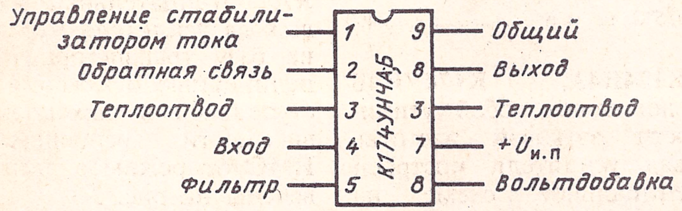


Рис. 2.2 б. Назначение выводов ИМС К174УН4А,Б

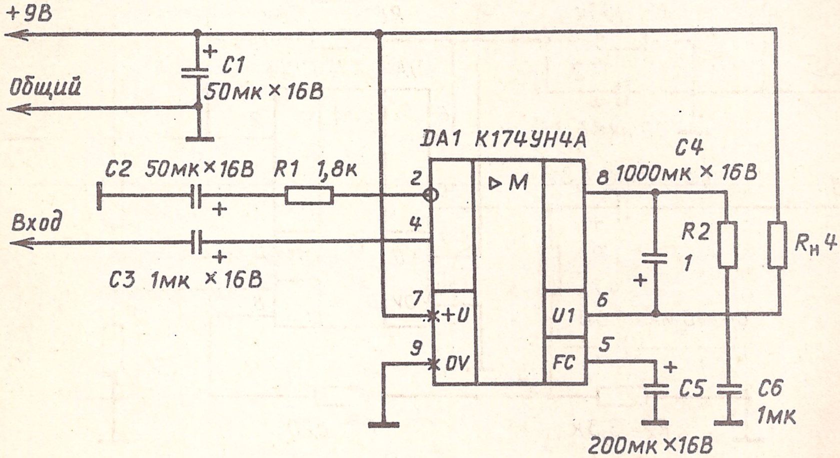


Рис. 2.2 в. Типовая схема включения ИМС К174УН4А,Б

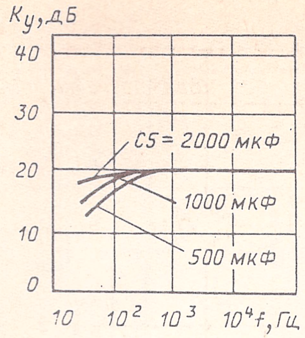


Рис. 2.3 а. Амплитудно-частотная характеристика ИМС К174УН4А,Б

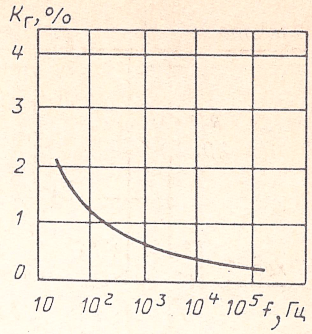


Рис. 2.3 в. Зависимость коэффициента гармоник от частоты для ИМС К174УН4А,Б

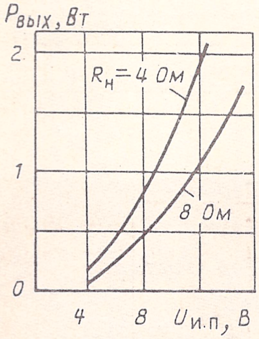


Рис. 2.3 б. Зависимость выходной мощности от напряжения питания для ИМС К174УН4А,Б

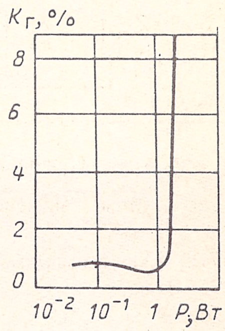


Рис. 2.3 г. Зависимость коэффициента гармоник от выходной мощности для ИМС К174УН4А,Б

Электрические параметры ИМС К174УН4 при (25±10)°С и $U_{и.п.ном}$=9 В

Номинальная выходная мощность $P_{вых}$, Вт, при $R_н$=4 Ом:

ИМС К174УН4А .. 1

ИМС К174УН4Б .. 0,7

Номинальное сопротивление нагрузки $R_н$, Ом .. 4

Диапазон рабочих частот, кГц .. 0,03...20

Коэффициент усиления по напряжению K_{yU}, при f=1 кГц .. 4...40

Коэффициент гармоник $K_г$, %, при выходной мощности:

1 Вт (ИМС К174УН4А), не более .. 2

0,7 Вт (ИМС К174УН4Б), не более .. 2

Входное сопротивление $R_{вх}$, кОм, не менее .. 10

Нестабильность коэффициента усиления по напряжению, %, не более .. ±20

КПД, %, при выходной мощности:

1 Вт (ИМС К174УН4А), не менее .. 50

0,7 Вт (ИМС К174УН4Б), не менее .. 35

Ток потребления $I_{пот}$, мА, при $U_{вх}$=0, не более .. 10

Предельные эксплуатационные параметры микросхемы К174УН4

Напряжение питания $U_{и.п}$, В:

минимальное .. 5,4

максимальное .. 9,9

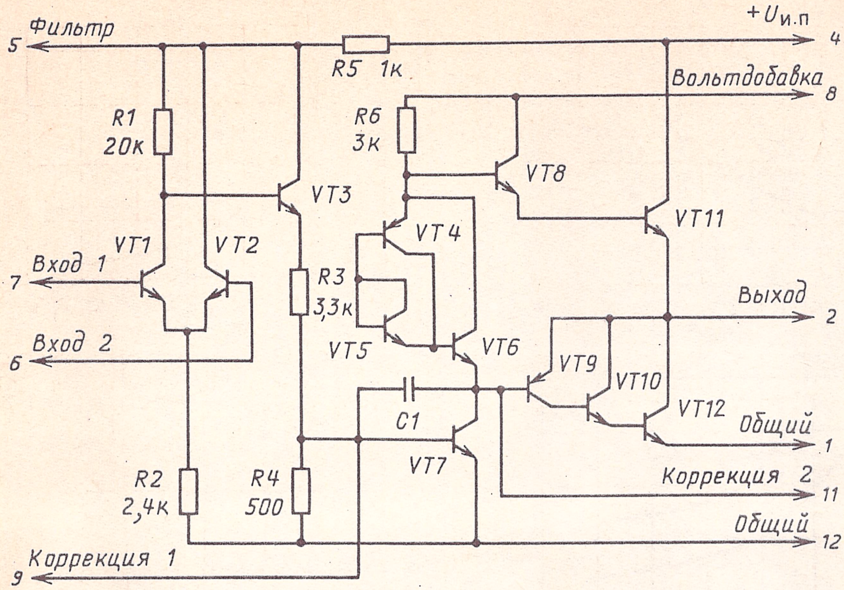


Рис. 2.4 а. Принципиальная схема ИМС К174УН5

Максимальное амплитудное значение тока в нагрузке $I_{н\,А}$, мА
- ИМС К174УН4А 860
- ИМС К174УН4Б 600

Температура кристалла, °С, не более 125

Тепловое сопротивление на границе кристалл-окружающая среда, °С, не более 135

Тепловое сопротивление на границе кристалл-корпус, °С/Вт, не более 60

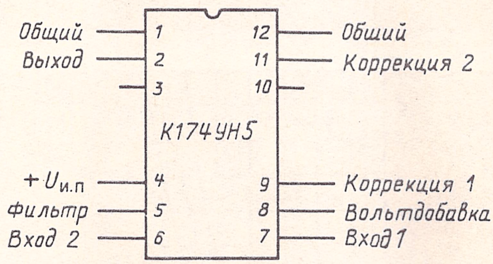


Рис. 2.4 б. Расположение и назначение выводов ИМС К174УН5

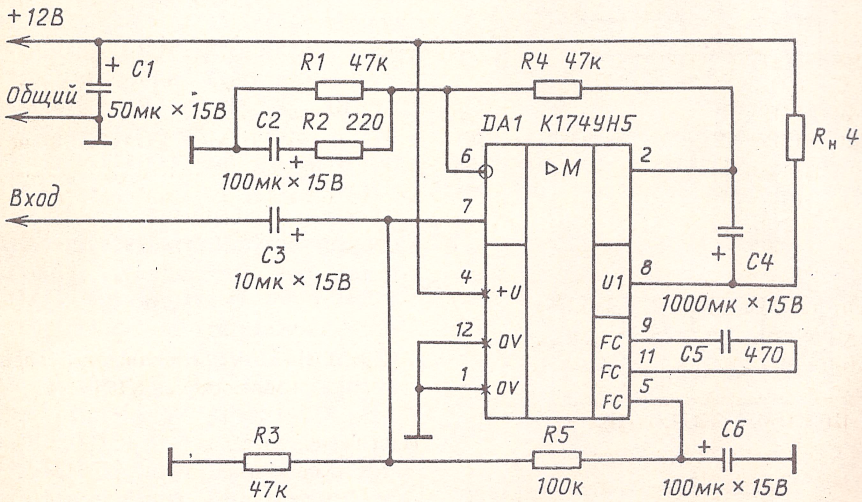


Рис. 2.4 в. Типовая схема включения ИМС К174УН5

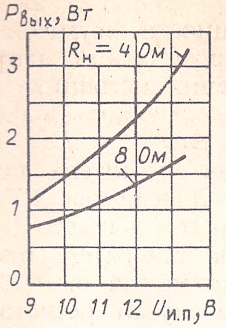


Рис. 2.5 а. Зависимость выходной мощности от напряжения питания при различных сопротивлениях нагрузки для ИМС К174УН5

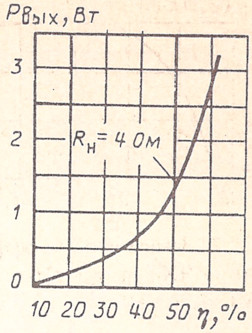


Рис. 2.5 б. Зависимость выходной мощности от КПД для ИМС К174УН5

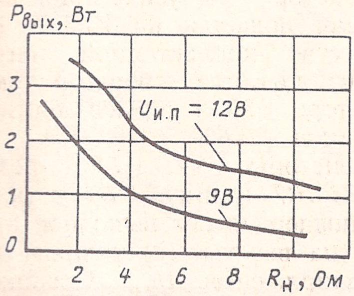


Рис. 2.5 в. Зависимость выходной мощности от сопротивления нагрузки при различных напряжениях питания для ИМС К174УН5

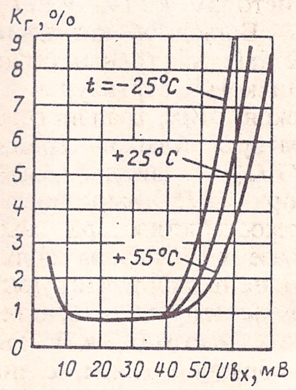


Рис. 2.6 а. Зависимость коэффициента гармоник от входного напряжения при различной температуре окружающей среды для ИМС К174УН5

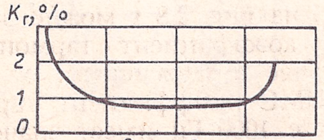


Рис. 2.6 б. Зависимость коэффициента гармоник от частоты входного сигнала для ИМС К174УН5

ИМС К174УН5 (рис. 2.4) представляет собой усилитель мощности низкой частоты с номинальной выходной мощностью 2 Вт на нагрузке 4 Ом. Состоит из входного каскада (на транзисторах *VT1*, *VT2*), согласующего каскада (*VT3*), каскада усиления напряжения (*VT7*) и выходного каскада (*VT8...VT12*). Входной каскад выполнен по схеме дифференциального усилителя с несимметричным выходом. С него сигнал через эмиттерный повторитель на транзисторе *VT3* поступает на усилитель напряжения (*VT7*) и далее на квазикомплементарный выходной каскад, выполненный на составных транзисторах *VT8VT11* и *VT9VT10VT12*. Начальное смещение на базах транзисторов выходного каскада для работы в режиме АВ задается транзисторами *VT4...VT6*. Применение ИМС без дополнительного теплоотвода не допускается. Напряжение питания можно снижать до +9 В, при этом выходная мощность усилителя уменьшается (см. рис. 2.5 а). Зависимости основных параметров ИМС от режимов эксплуатации приведены на рис. 2.5 – 2.7.

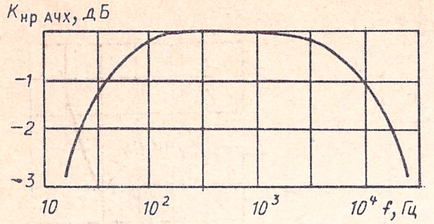


Рис. 2.7. Зависимость коэффициента неравномерности АЧХ от частоты входного сигнала для ИМС К174УН5

Электрические параметры ИМС К174УН5 при 25±10°С и $U_{и.п.ном}$=12 В.

Ток потребления $I_{пот}$, мА, при $U_{вх}$=0, не более 30
Коэффициент усиления по напряжению K_{yU}, при $U_{вх}$=10 мВ 80...120
Нестабильность коэффициента усиления по напряжению ΔK_{yU}, %, не более ±20
Коэффициент гармоник $K_г$, %, при $P_{вых}$=2 Вт и f=1 кГц, не более 1
Входное сопротивление $R_{вх}$, кОм, при f=1 кГц, $U_{вх}$=1 В, не менее 10
Полоса воспроизводимых частот, Δf, кГц, при $U_{вх}$=10 мВ 0,03...20
Выходная мощность $P_{вых}$, Вт, при f=1 кГц и $K_г \le 1$ %, не менее 2

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К174УН5

Напряжение питания $U_{и.п}$, В, не более 13,2
Входное напряжение $U_{вх}$, В, не более 1,5
Входное синфазное напряжение $U_{сф.вх}$, В, не более 5,5
Амплитудное значение тока в нагрузке (разового действия) $I_{н\ А}$, А, не более 1,45
Сопротивление нагрузки $R_н$, Ом, не менее 3,2
Температура кристалла, °С, не более 125
Тепловое сопротивление на границе кристалл-окружающая среда, °С/Вт, не более 1000
Тепловое сопротивление на границе кристалл-корпус, °С/Вт, не более 20

ИМС К174УН7 (рис. 2.8) является усилителем мощности звуковой частоты. При сопротивлении нагрузки 4 Ом и напряжении источника питания 15 В его максимальная выходная мощность – 4,5 Вт.

Входной каскад усилителя построен на составном транзисторе *VT1VT2*, нагрузкой которого является *VT3*, включенный как генератор тока. С эмиттерного повторителя на *VT7*, нагрузкой которого служат резистор *R9* и транзистор *VT6*, усиленный по току сигнал подается на *VT8* и *VT10*. В качестве коллекторной нагрузки *VT10* используется генератор тока на транзисторе *VT9* и термостабилизирующий диод *VD3*.

Транзисторы *VT4*, *VT5* с резисторами *R3...R7* и диод *VD2* в режиме покоя поддерживают выходное напряжение (на выводе *12*) равным половине напряжения $U_{и.п}$. Предоконечный фазоинверсный каскад выполнен на транзисторах *VT14*, *VT11* разной структуры. Выходной каскад по двухтактной схеме на транзисторах *VT16*, *VT17* одинаковой структуры.

Ток покоя этих транзисторов задают генераторы тока на транзисторах *VT12*, *VT13* и диоды *VD4*, *VD5*. Транзистор *VT15* выполняет функцию термостабилизатора выходного тока. К базе транзистора подключают внешнюю цепь, корректирующую амплитудно-частотную характеристику на высоких частотах, а к выводу *6* – цепь обратной связи, с помощью которой регулируют коэффициент усиления.

При работе ИМС в типовом включении (см. рис. 2.8 в) коэффициент гармоник $K_г$ составляет от 2 до 10 %. При включении микросхемы так, как показано на рис. 2.8 г можно заметно снизить коэффициент гармоник. В этом случае в зависимости от экземпляра ИМС коэффициент гармоник на частоте 1000 Гц имеет значение в интервале от 0,03 до 0,06 %. Искажения снижены благодаря изменению глубины внешней отрицательной обратной связи. Чтобы уменьшить ко-

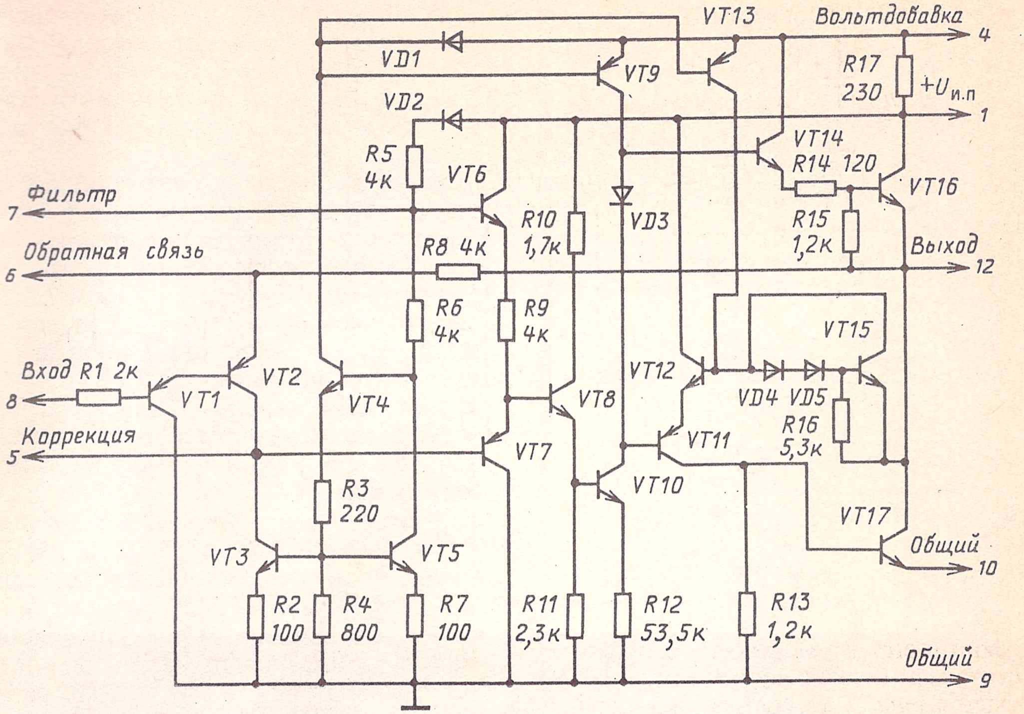


Рис. 2.8 а. Принципиальная схема ИМС К174УН7

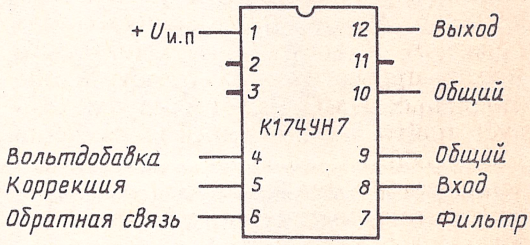


Рис. 2.8 б. Расположение и назначение выводов ИМС К174УН7

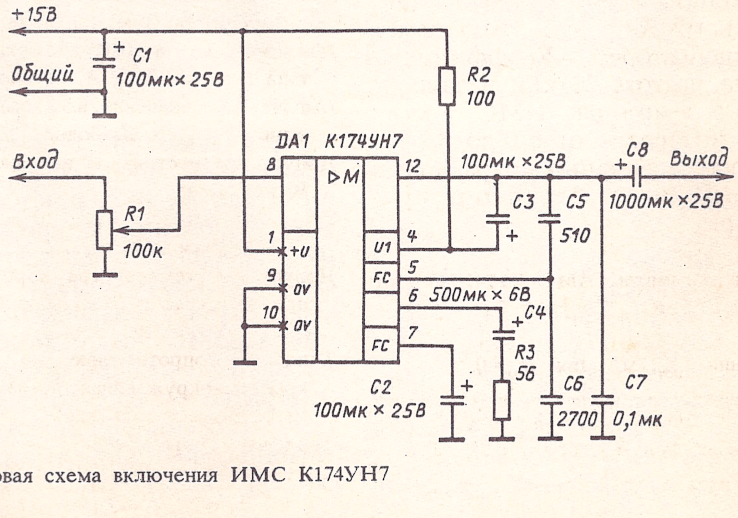


Рис. 2.8 в. Типовая схема включения ИМС К174УН7

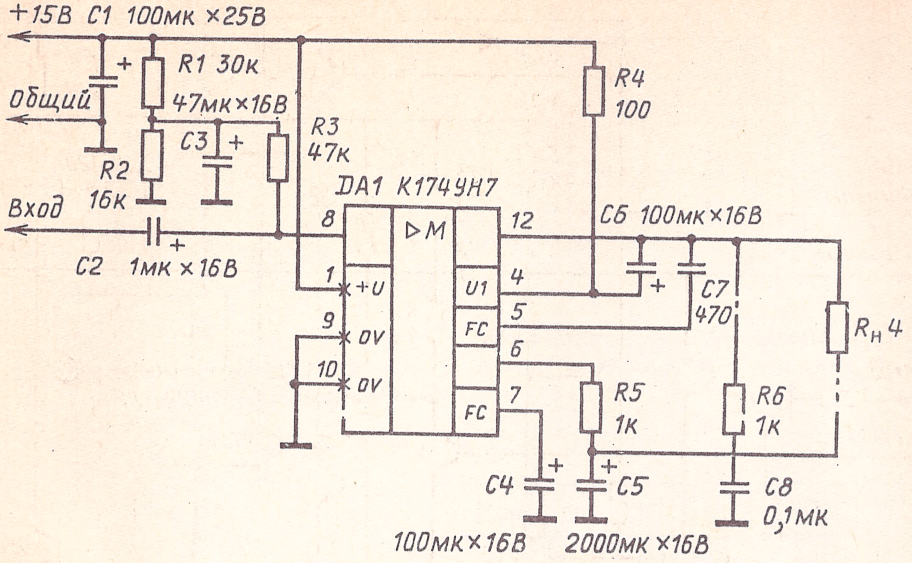


Рис. 2.8 г. Улучшенная схема включения ИМС К174УН7

эффициент гармоник на высоких частотах в несколько раз должна быть уменьшена емкость конденсатора между выводами *5*, *12* и удален конденсатор, включенный между общим проводом и выводом *5*. Однако это может привести к самовозбуждению отдельных ИМС. В этом случае следует пойти на компромисс, включив между общим проводом и выводом *5* конденсатор емкостью 330 пФ, что, естественно, несколько увеличит коэффициент гармоник. В новом варианте включения ИМС изменена также цепь нагрузки, что уменьшает число конденсаторов. Коэффициент гармоник на частоте 20 кГц в зависимости от экземпляра ИМС имеет значение в интервале от 0,1 до 0,2 %.

Зависимости основных параметров ИМС от режимов эксплуатации приведены на рис. 2.9.

Электрические параметры ИМС К174УН7 при 25±10°С и $U_{и.п.ном}$=15 В

Ток потребления $I_{пот}$, мА, при $U_{вх}$=0, не более 20

Коэффициент гармоник $K_г$, %, при f=1 кГц и выходной мощности 0,05 и 2,5 Вт 2

Полоса воспроизводимых частот Δf, кГц 0,4...20

Входное сопротивление $R_{вх}$, кОм, при f=1 кГц, не менее 50

КПД, %, при f=1 кГц и выходной мощности $P_{вых}$=4,5 Вт, не менее 50

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К174УН7

Напряжение питания $U_{и.п}$, В:
- минимальное 3
- максимальное 18

Максимальное амплитудное значение тока нагрузки $I_{н\,А}$, А, не более 1,8

Амплитудное значение входного напряжения $U_{вх\,А}$, В, не более 2

Допустимое постоянное напряжение U, В, не более:
- на выводе *7* 15
- на выводе *8* −0,3...+2

Допустимая температура корпуса, °С, при температуре окружающей среды $T_{окр}$=60°С, не более 85

Тепловое сопротивление на границе кристалл-окружающая среда, °С/Вт, не более 100

Тепловое сопротивление на границе кристалл-корпус, °С/Вт, не более 20

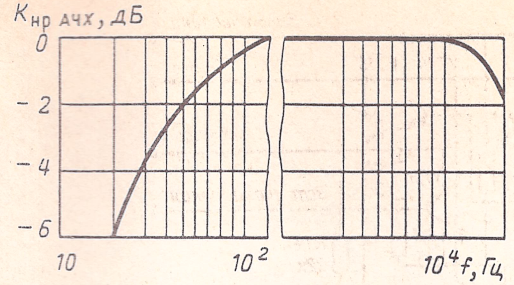


Рис. 2.9 а. Зависимость коэффициента неравномерности АЧХ от частоты входного сигнала для ИМС К174УН7

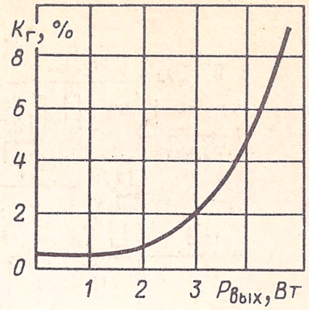


Рис. 2.9 б. Зависимость коэффициента гармоник от выходной мощности

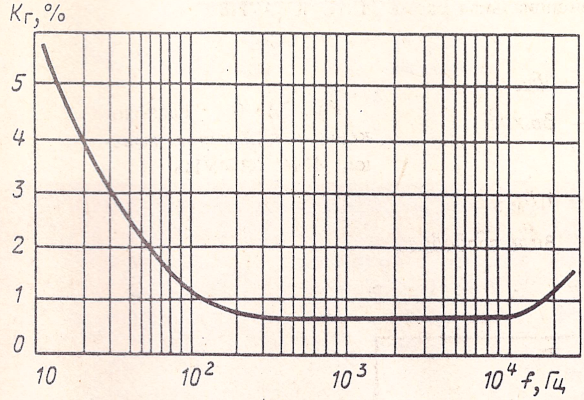


Рис. 2.9 в. Зависимость коэффициента гармоник от частоты входного сигнала в типовой схеме включения ИМС К174УН7

На выводы *5*; *6*; *12* запрещено подавать постоянное напряжение от внешнего источника. Не допускается применять ИМС без дополнительного теплоотвода при мощности в нагрузке более 0,27 Вт. ИМС устойчиво работает от источника сигнала с внутренним сопротивлением не более 15 кОм.

ИМС К174УН8 (рис. 2.10) представляет собой усилитель мощности звуковой частоты с номинальной выходной мощностью 2 Вт при сопротивлении нагрузки 4 Ом.

Входной каскад усилителя построен по дифференциальной схеме на транзисторах *VT3*, *VT5*. Смещение на базу транзистора подается через резистор *R3*. Транзисторы *VT1*, *VT2* обеспечивают температурную стабилизацию напряжения смещения. Выходной сигнал дифференциального каскада через транзистор *VT6*, в коллекторную цепь которого включена термостабилизированная нагрузка, выполненная на транзисторах *VT7*, *VT9* и резисторе *R8*, поступает в каскад на составном транзисторе *VT8VT10*.

Двухтактный выходной каскад выполнен на составных транзисторах *VT14VT15*, *VT11VT12VT16*, включенных по схеме эмиттерных повторителей. Начальное смещение в выходном каскаде определяется падением напряжения на резисторе *R10*. Отрицательная обратная связь с выхода усилителя через резистор *R14* на базу транзистора *VT5* уменьшает нелинейные искажения, связанные со "ступенькой" в выходном сигнале.

Допускается включение нагрузки относительно общего провода так, как показано на рис. 2.10 г.

Регулировать коэффициент усиле-

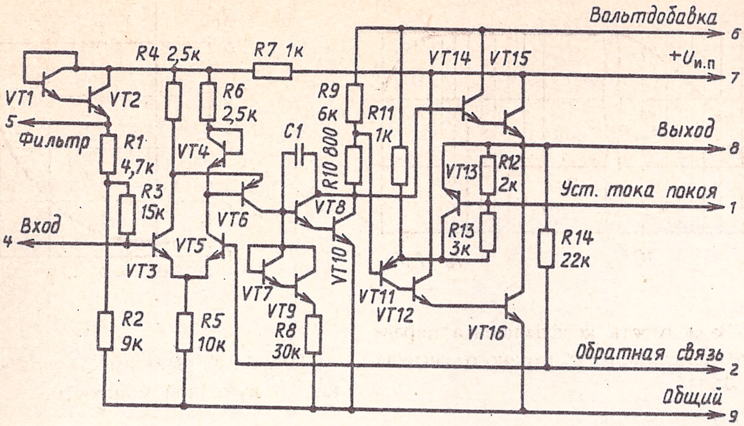


Рис. 2.10 а. Принципиальная схема ИМС К174УН8

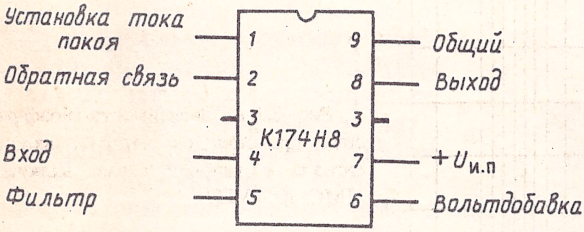


Рис. 2.10 б. Расположение и назначение выводов ИМС К174УН8

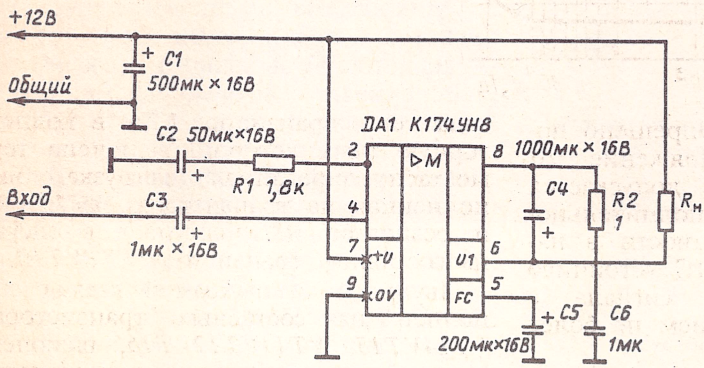


Рис. 2.10 в. Типовая схема включения ИМС К174УН8

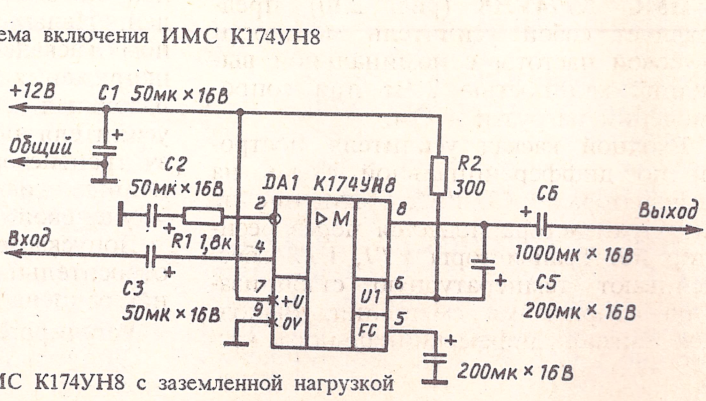


Рис. 2.10 г. Схема включения ИМС К174УН8 с заземленной нагрузкой

ния на низких частотах можно изменением емкости конденсаторов *C2*, *C5*, а во всей полосе пропускания – изменением глубины ООС резистором *R1* и конденсатором *C2* (см. рис. 2.10 в, г).

Электрические параметры ИМС К174УН8 при 25±10°С и $U_{и.п.ном}$=12 В.

Ток потребления $I_{пот}$, мА, при $U_{вх}$=0, не более 15
Коэффициент усиления по напряжению K_{yU} при f=1 кГц 4...40
Нестабильность коэффициента усиления по напряжению ΔK_{yU}, %, не более ±20
Коэффициент гармоник $K_г$, %, при f=1 кГц и выходной мощности 2 Вт, не более 2
Входное сопротивление $R_{вх}$, кОм, при f=1 кГц, не менее 10
Полоса воспроизводимых частот Δf, кГц 0,03...20
Выходная мощность $P_{вых}$, Вт, при f=1 кГц и $K_г$=2 % 2
КПД, %, при f=1 кГц и $P_{вых}$=2 Вт 50

Предельные эксплуатационные параметры микросхемы К174УН8

Напряжение питания $U_{и.п}$, В, не более 13,2
Максимальная выходная мощность $P_{вых\ max}$, Вт, при f=1 кГц и $K_г$=10 % 2,5
Амплитудное значение тока в нагрузке $I_{нА}$, мА, не более 1090
Температура кристалла, °С, не более +125
Тепловое сопротивление на границе кристалл-окружающая среда, °С/Вт, не более 135
Тепловое сопротивление на границе кристалл-корпус, °С/Вт, не более 60

ИМС К174УН9А, К174УН9Б, К174УН9В (рис. 2.11) представляют собой усилители мощности звуковой частоты с номинальной выходной мощностью 5 Вт при сопротивлении нагрузки 4 Ом.

Входной каскад усилителя построен на составном транзисторе *VT1VT2*, нагрузкой которого является транзистор *VT3*, включенный как генератор тока. Усилитель напряжения выполнен на транзисторе *VT8*, в качестве коллекторной нагрузки которого включен *VT11* как генератор тока и термостабилизирующий *VT12* в диодном включении.

В двухтактном выходном каскаде используются транзисторы *VT23*, *VT25*, образующие одно плечо, а *VT13*, *VT26* – другое.

Стабилизатор устанавливает на выходе микросхемы постоянное напряжение, равное половине напряжения питания в диапазоне от 6 до 18 В. При коротком замыкании усилителя устройство защиты фиксирует ток выходного каскада на уровне 0,5 А. При нарушении теплового контакта между теплоотводом микросхемы и внешним резистором устройство тепловой защиты отключает предварительный усилитель.

Микросхема имеет встроенное устройство стабилизации тока покоя транзисторов выходного каскада, что обеспечивает высокую временную и температурную стабильность выходных параметров усилителя. Имеются также устройства защиты выходных транзисторов от короткого замыкания и защиты кристалла от термоперегрева, чем обеспечивается долговременная и высоконадежная работа ИМС. Хотя ИМС имеет внутренние узлы защиты от электрических и тепловых перегрузок, при построении конкретных УЗЧ на основе ИМС К174УН9 необходимо ограничить ток нагрузки значением 1,8 А. Если мощность, отдаваемая в нагрузку, превышает 300 мВт, ИМС следует снабдить дополнительным теплоотводом с эффективной поверхностью не менее 30 см².

В зависимости от коэффициента гармоник и полосы пропускания ИМС К174УН9 подразделяются на группы А, Б и В.

Допускается эксплуатация при напряжении питания менее 18 В. При

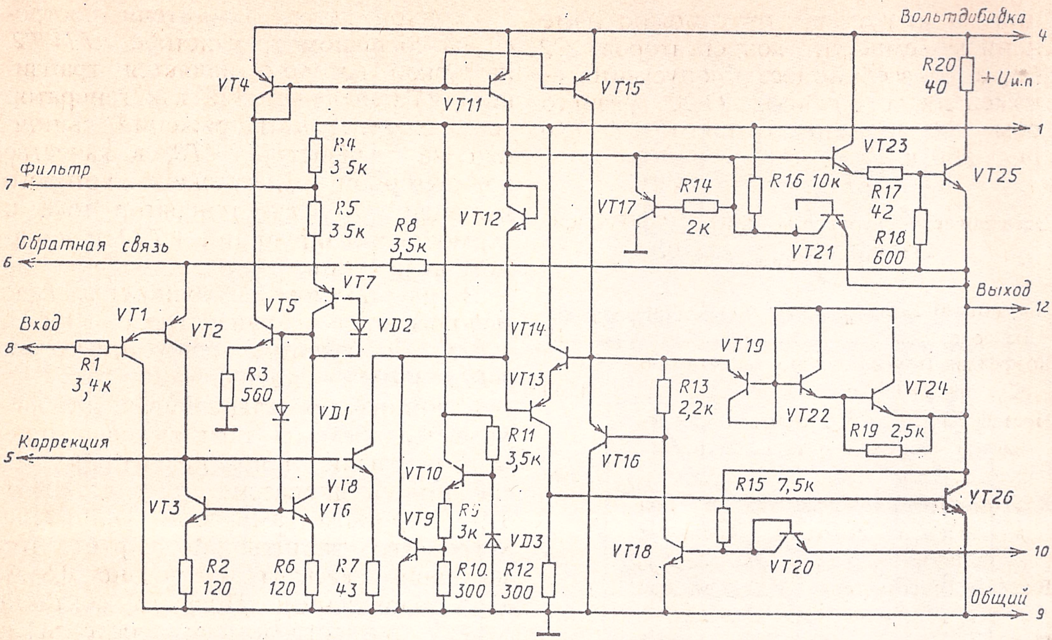


Рис. 2.11 а. Принципиальная схема ИМС К174УН9

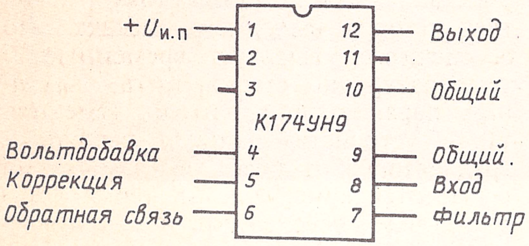


Рис. 2.11 б. Расположение и назначение выводов ИМС К174УН9

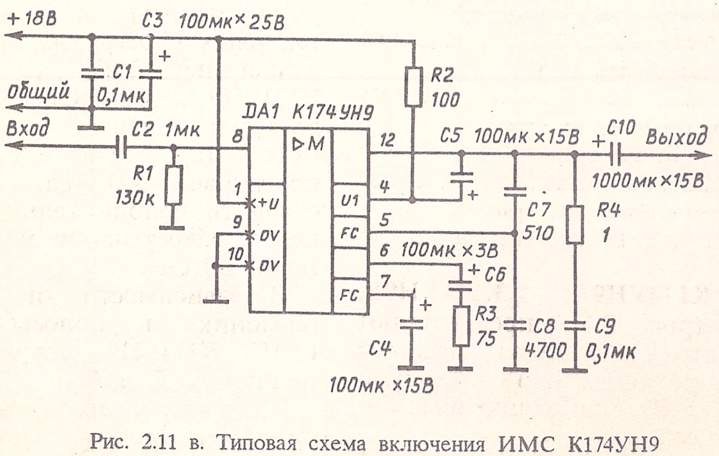


Рис. 2.11 в. Типовая схема включения ИМС К174УН9

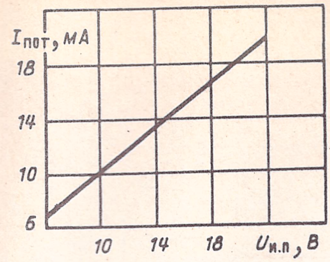


Рис. 2.12 а. Зависимость тока потребления от напряжения питания для ИМС К174УН9

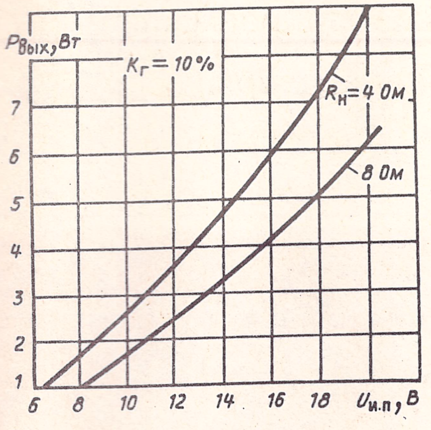


Рис. 2.12 б. Зависимость выходной мощности для ИМС К174УН9 от напряжения питания

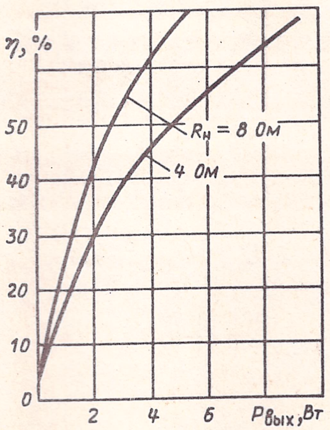


Рис. 2.12 в. Зависимость КПД от выходной мощности при различных значениях сопротивления нагрузки для ИМС К174УН9

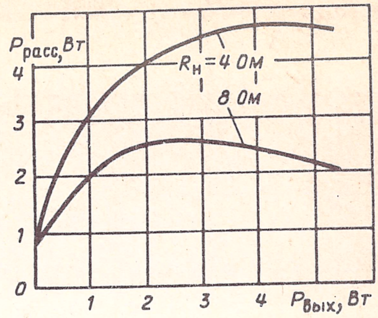


Рис. 2.12 г. Зависимость мощности, рассеиваемой микросхемой, от выходной мощности при различных значениях сопротивления нагрузки для ИМС К174УН9

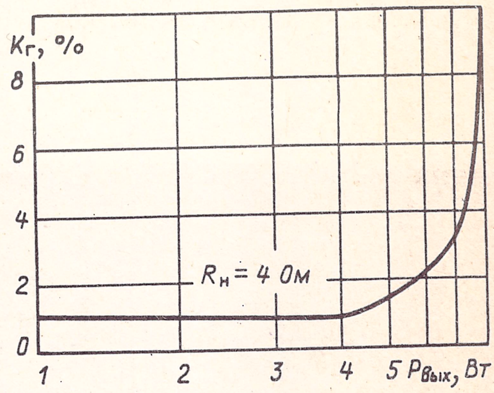


Рис. 2.12 д. Зависимость коэффициента гармоник от выходной мощности для ИМС К174УН9

понижении напряжения питания до 5,4 В соответственно снижается ток, потребляемый микросхемой, и выходная мощность (см. рис. 2.12 а, б).

Зависимости основных параметров ИМС от режимов эксплуатации приведены на рис. 2.12.

Электрические параметры ИМС К174УН9А,Б,В при 25±10°С и $U_{\text{и.п.ном}}$=18 В

Ток потребления $I_{\text{пот}}$, мА, при $U_{\text{вх}}$=0, не более

ИМС К174УН9А,Б 26

ИМС К174УН9В 20

Входное напряжение $U_{\text{вх}}$, мВ, при выходной мощности $P_{\text{вых}}$=5 Вт 50...120

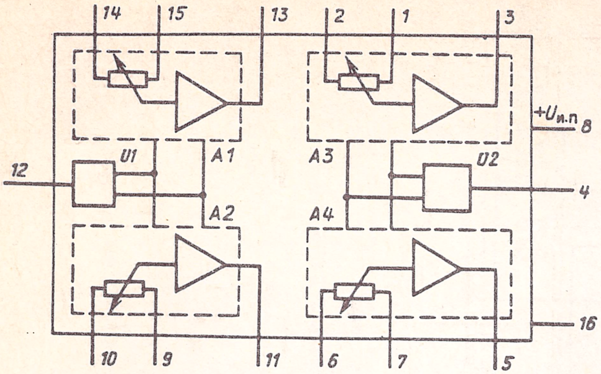


Рис. 2.13 а. Структурная схема ИМС К174УН10

Коэффициент гармоник $K_г$, %, не более, при f=1 кГц и
$P_{вых}$=0,05...5 Вт (ИМС К174УН9А)....................1
$P_{вых}$=0,05...5 Вт (ИМС К174УН9Б)....................2
$P_{вых}$=0,05...4,5 Вт (ИМС К174УН9В)..10
Напряжение шумов $U_ш$, мВ, на выходе при сопротивлении генератора 50 кОм (ИМС К174УН9А,Б), не более..1,5
Полоса воспроизводимых частот Δf, кГц
ИМС К174УН9А..................................0,04...20
ИМС К174УН9Б,В..............................0,04...16
Входное сопротивление $R_{вх}$, кОм, при f=1 кГц..100

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К174УН9А,Б,В

Напряжение питания $U_{и.п}$, В, при $U_{вх}$=0, не более..24
Максимальная выходная мощность $P_{вых\ max}$, Вт, при $K_г$=10 %, не более
ИМС К174УН9А,Б..7
ИМС К174УН9В..4,5

При температуре корпуса ИМС более 55°С максимальную рассеиваемую мощность $P_{расс\ max}$ рассчитывают по формуле:

$$P_{расс\ max} = \frac{t_{кр\ max} - t_{кор}}{R} = \frac{150 - t_{кор}}{12},$$

где $t_{кор}$ – температура корпуса микросхемы, измеренная на теплоотводе ИМС у основания корпуса; $t_{кр\ max}$=150°С – максимальная температура кристалла принята условно, при которой гарантируется надежная работа ИМС; R=12°С/Вт – тепловое сопротивление на границе кристалл-корпус.

ИМС К174УН10 (рис. 2.13) представляет собой двухканальный усилитель с электронной регулировкой частотной характеристики и предназначен для построения двухканального регулятора тембра. В состав ИМС входят четыре усилителя *A1...A4*, управляемых напряжением и два преобразователя напряжения *U1*, *U2*. Основой собственно регулятора служит каскадный усилитель (схема перемножителя Джильберта). Эта схема обеспечивает электронную регулировку частотной характеристики. Второй каскад выполнен на основе дифференциального усилителя. На входе регулятора установлены два последовательно включенных эмиттерных повторителя.

Преобразователь напряжения *U1*(*U2*) выполнен по схеме дифференциального усилителя на транзисторах *VT1...VT6*. Электронная регулировка частотной характеристики осуществляется аналоговым перемножителем, выполненным на основе счетверенного дифференциального каскада с перекрестными связями на транзисторах *VT8*, *VT9* (*VT34*, *VT35*) и *VT12*, *VT13* (*VT39*, *VT40*). Сигнал с выхода аналогового перемножителя поступает на инвертирующий вход

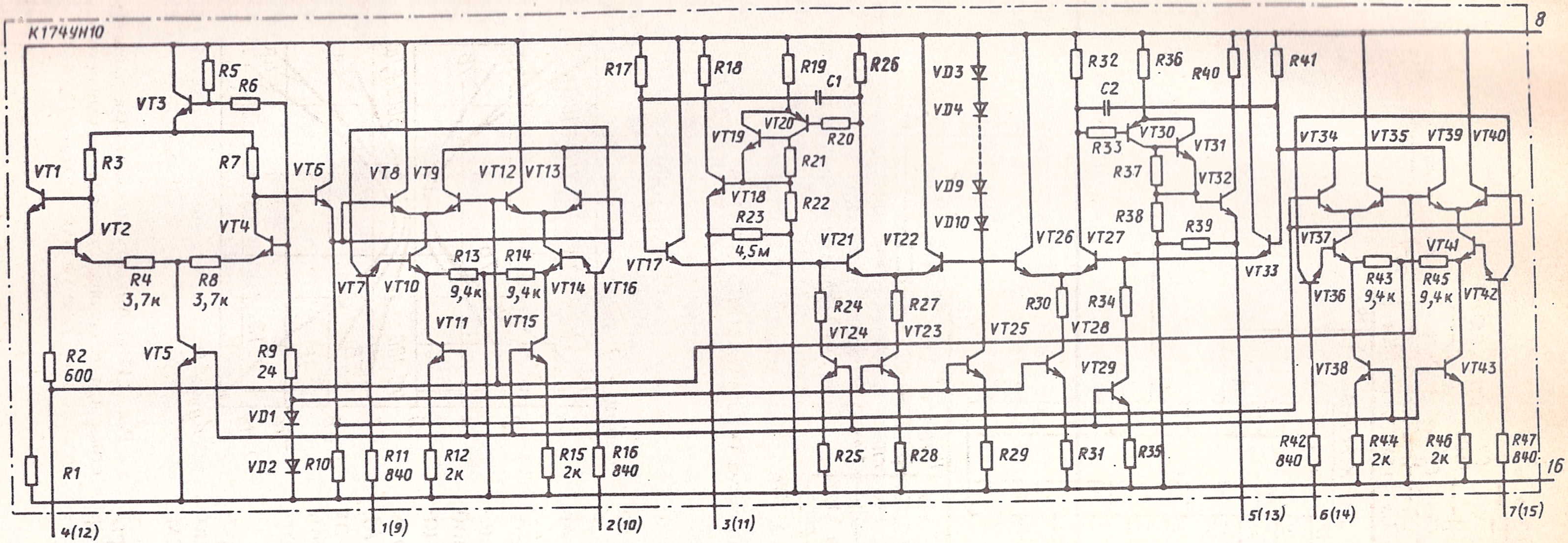


Рис. 2.13 б. Принципиальная схема ИМС К174УН10

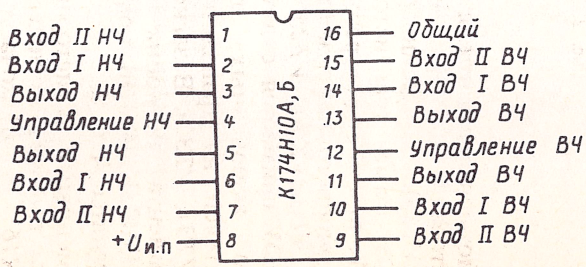


Рис. 2.13 в. Расположение и назначение выводов ИМС К174УН10

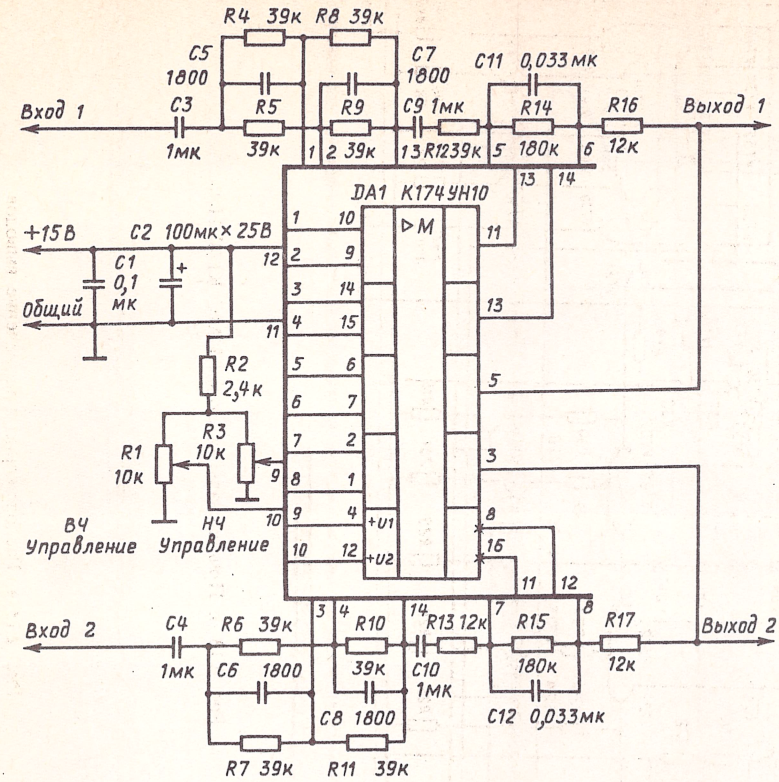


Рис. 2.13 г. Типовая схема включения ИМС К174УН10

операционного усилителя (ОУ) на транзисторах *VT17...VT24* (*VT26...VT33*). Неинвертирующий вход ОУ базы транзисторов *VT22*, *VT26* соединен с внутренним источником опорного напряжения на элементах *VD3...VD10*, *VT25*. Выходной сигнал ОУ снимается с двух последовательно включенных эмиттерных повторителей на транзисторах *VT18*, *VT19* (*VT31*, *VT32*). В зависимости от коэффициента гармоник и уровня шума ИМС К174УН10 подразделяются на группы А и Б.

Переменными резисторами *R9* регулируют высокочастотные составляющие, *R16* – низкочастотные (см. рис. 2.13 г).

Зависимости ряда основных параметров от режимов эксплуатаций приведены на рис. 2.14 – 2.15.

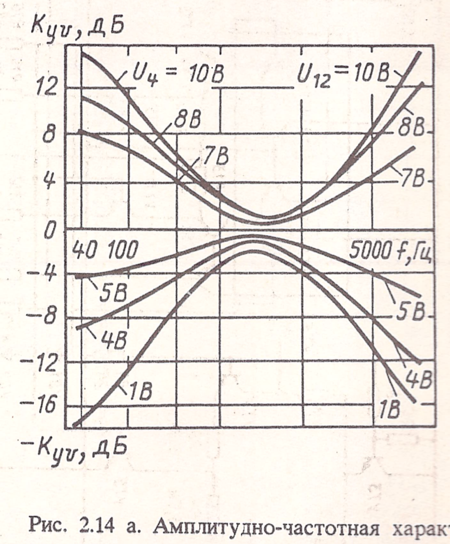


Рис. 2.14 а. Амплитудно-частотная характеристика при различных уровнях регулировки каждого из двух каналов для выводов *12, 4*

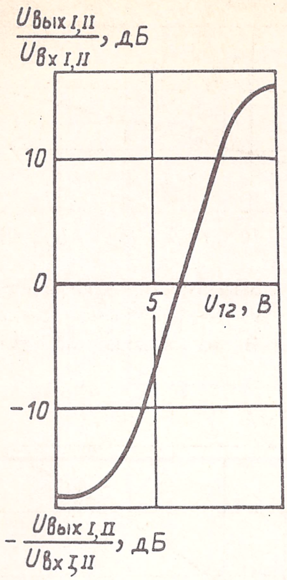


Рис. 2.14 б. Регулировочная характеристика каждого из двух каналов микросхемы на частоте 15 кГц

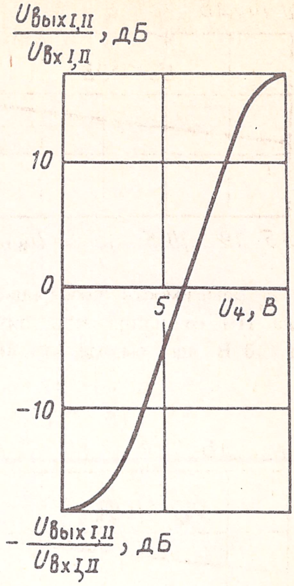


Рис. 2.14 в. Регулировочная характеристика каждого из двух каналов микросхемы на частоте 40 Гц

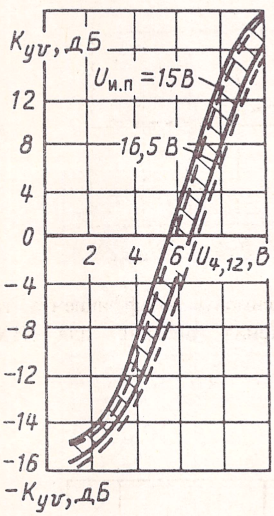


Рис. 2.14 г. Регулировочная характеристика каждого из четырех усилителей на частоте 1 кГц при различном напряжении питания

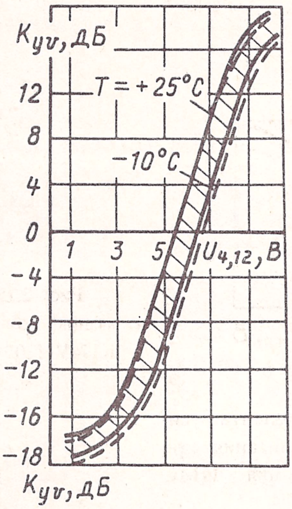


Рис. 2.14 д. Регулировочная характеристика каждого из четырех усилителей на частоте 1 кГц при различной температуре окружающей среды

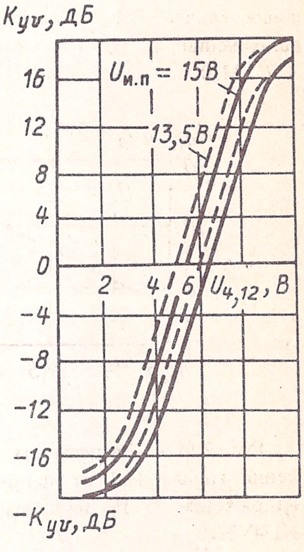


Рис. 2.14 е. Регулировочная характеристика каждого из четырех усилителей на частоте 1 кГц при различном напряжении питания

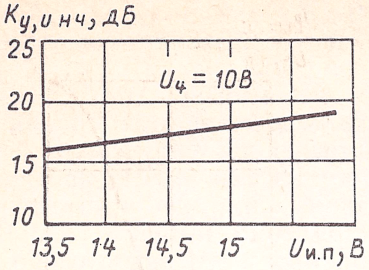


Рис. 2.15 а. Зависимость коэффициента усиления канала НЧ от напряжения питания при напряжении 10 В на выводе *4* для ИМС К174УН10

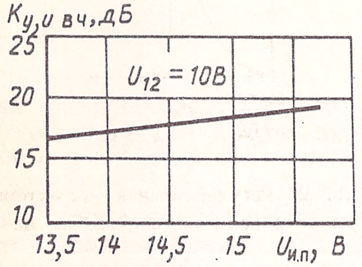


Рис. 2.15 б. Зависимость коэффициента усиления канала ВЧ от напряжения питания при напряжении 10 В на выводе *12* для ИМС К174УН10

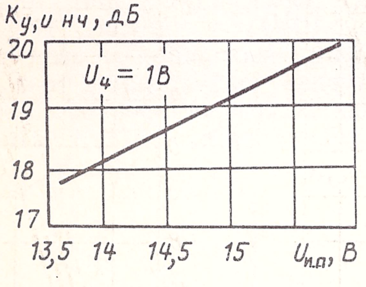


Рис. 2.15 в. Зависимость коэффициента усиления канала НЧ от напряжения питания при напряжении 1 В на выводе *4* для ИМС К174УН10

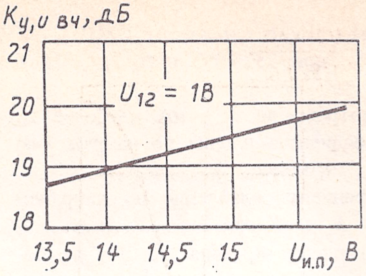


Рис. 2.15 г. Зависимость коэффициента усиления канала ВЧ от напряжения питания при напряжении 1 В на выводе *12* для ИМС К174УН10

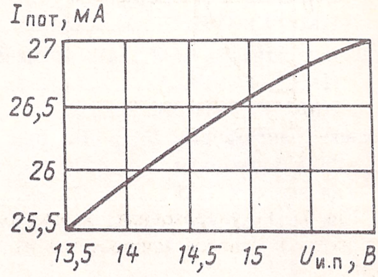


Рис. 2.15 д. Зависимость тока потребления от напряжения питания для ИМС К174УН10

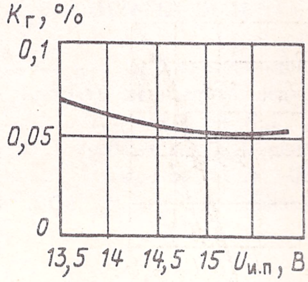


Рис. 2.15 е. Зависимость коэффициента гармоник от напряжения питания для ИМС К174УН10

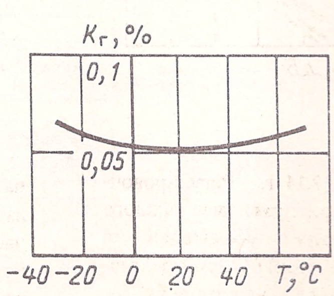


Рис. 2.15 ж. Зависимость коэффициента гармоник от температуры ИМС К174УН10

Электрические параметры ИМС К174УН10А,Б при 25±10°С и $U_{и.п.ном}$=15 В

Ток потребления $I_{пот}$, мА, не более 40
Коэффициент усиления по напряжению $K_{уU}$, не менее .. 15 дБ
Коэффициент ослабления по напряжению $K_{уU}$, не менее .. 15 дБ
Коэффициент гармоник $K_г$, %, не более
ИМС К174УН10А..0,2
ИМС К174УН10Б..0,5
Напряжение шумов на выходе $U_ш$, мВ, не более
ИМС К174УН10А..50
ИМС К174УН10Б..100
Отношение сигнал/шум $K_ш$, дБ, не менее
ИМС К174УН10А..66
ИМС К174УН10Б..60
Выходное напряжение $U_{вых}$, В, при $U_{вх}$=100 мВ, f=1 кГц
на выводах *3, 5* 0,35...0,6
на выводах *11, 13*................................0,7...1,2

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К174УН10А,Б

Напряжение питания $U_{и.п}$, В.......................1,35...16,5
Управляющее напряжение (выводы *4, 12*) $U_{4, 12}$, В, не более ..12
Напряжение U, В, на выводах *1, 2, 6, 7, 9, 10, 14, 15*, не более ..1
Сопротивление нагрузки $R_н$, кОм, не менее ..5

ИМС К174УН11 (рис. 2.16) представляет собой усилитель мощности звуковой частоты. По структурной схеме напоминает ИМС К174УН9. Однако вследствие применения дифференциального усилителя в качестве входного каскада УНЧ, двухтактного выходного усилителя и двухполярного напряжения питания (±15 В) характеристики УНЧ значительно улучшены. Например, обеспечена выходная мощность до 15 Вт на нагрузке сопротивлением 4 Ом, при этом коэффициент гармоник не превышает 1 %.

Входной каскад усилителя построен по дифференциальной схеме на транзисторах *VT7*, *VT9...VT11*, нагрузкой каскада являются транзисторы *VT14*, *VT15*, включенные как генераторы тока. Эмиттерные цепи *VT7*, *VT9* питаются от источника тока на транзисторе *VT6*. Выходной сигнал дифференциального каскада поступает на каскад усиления по напряжению на транзисторах *VT17*, *VT23*, в качестве коллекторной нагрузки которого включен *VT16* как генератор тока.

В двухтактном выходном каскаде используются транзисторы *VT25*, *VT26*, образующие одно плечо, а *VT30*, *VT31* – другое. Начальное смещение выходного каскада и температурная стабилизация тока покоя выходных транзисторов обеспечивается транзисторами *VT18...VT21*. ИМС

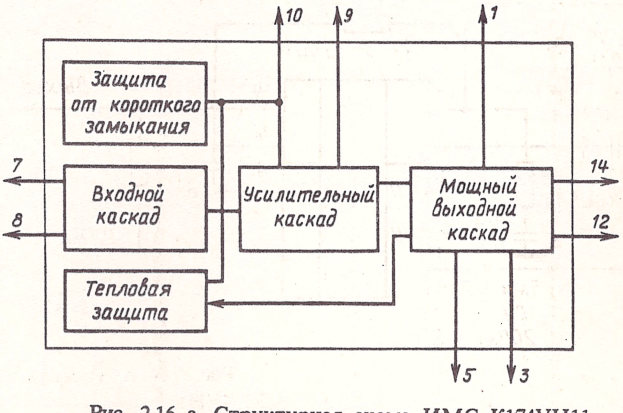


Рис. 2.16 а. Структурная схема ИМС К174УН11

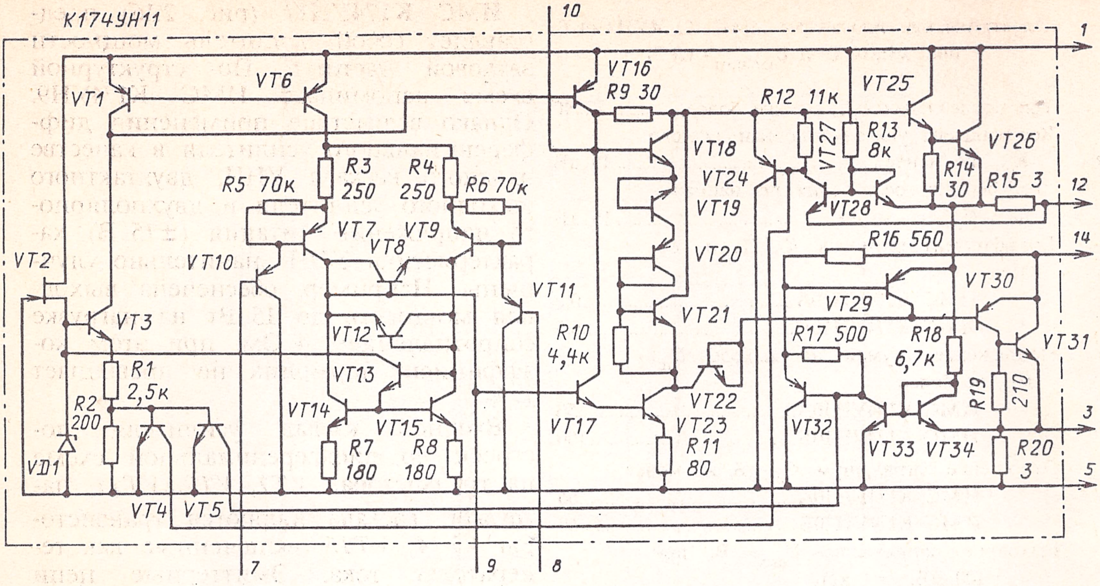


Рис. 2.16 б. Принципиальная схема ИМС К174УН11

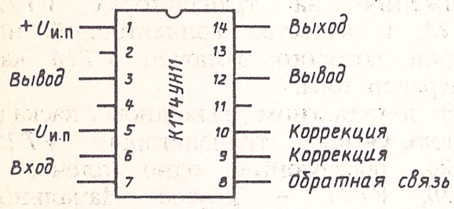


Рис. 2.16 в. Расположение и назначение выводов ИМС К174УН11

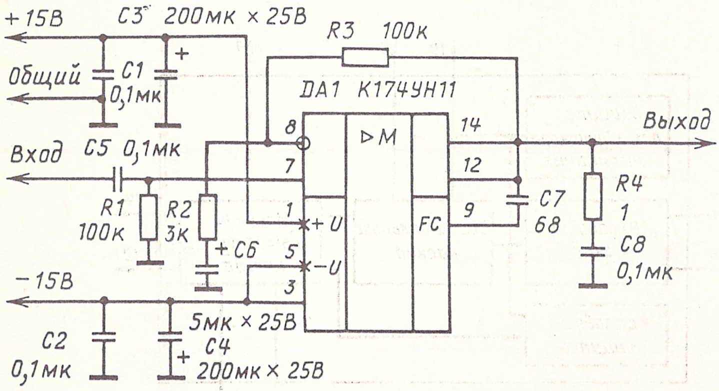


Рис. 2.16 г. Типовая схема включения ИМС К174УН11

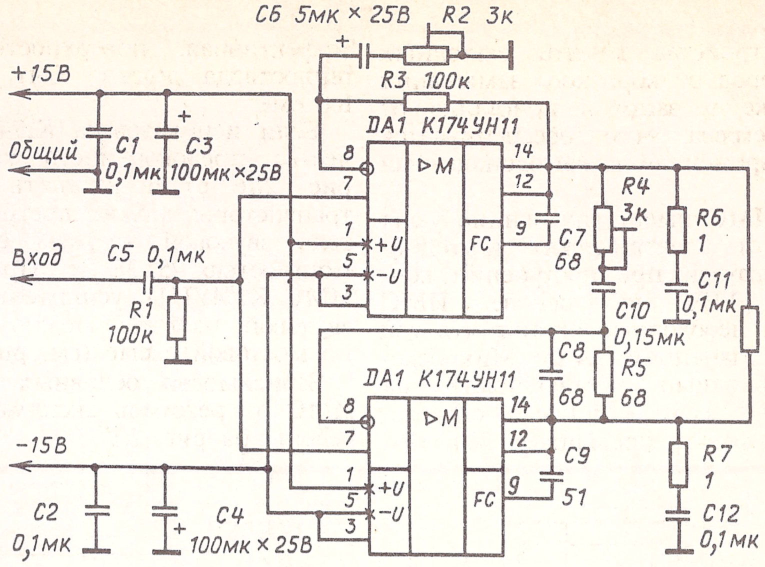


Рис. 2.16 д. Мостовая схема включения ИМС К174УН11

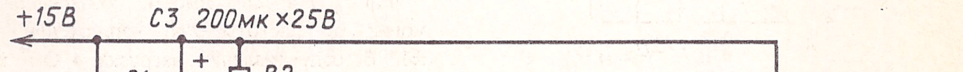


Рис. 2.16 е. Схема включения ИМС К174УН11 с увеличенной выходной мощностью

имеет устройства защиты выходных транзисторов от короткого замыкания в нагрузке и защиты кристалла от термоперегрева, чем обеспечивается ее долговременная и высоконадежная работа.

Хотя ИМС имеет внутренние узлы защиты от электрических и тепловых перегрузок, при построении конкретных УЗЧ на основе ИМС К174УН11 необходимо ограничить ток нагрузки значением 2,4 А. Микросхемы необходимо устанавливать на теплоотводе, если мощность, отдаваемая в нагрузку, превышает 300 мВт. Эффективная поверхность пластин теплоотвода должна быть не менее 100 см^2.

Если использовать К174УН11 в качестве предоконечного каскада (см. рис. 2.16 е) и добавить оконечные транзисторы, можно построить усилитель звуковой частоты с выходной мощностью 25...35 Вт. Применив две ИМС К174УН11, усилитель мощности звуковой частоты можно выполнить по мостовой схеме (см. рис. 2.16 д).

Зависимости основных параметров ИМС от режимов эксплуатации приведены на рис. 2.17.

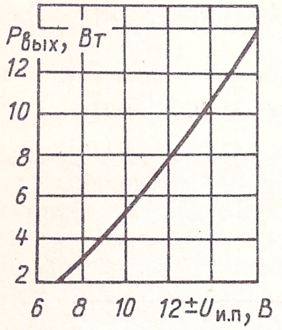


Рис. 2.17 а. Зависимость выходной мощности от напряжения питания при коэффициенте гармоник 1 %, коэффициенте усиления по напряжению 30 дБ, частоте 1 кГц, сопротивлении нагрузки 4 Ом, входном напряжении 0..250 мВ для ИМС К174УН11

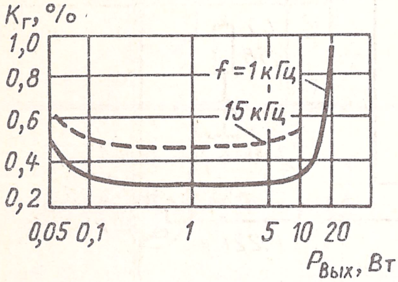


Рис. 2.17 б. Зависимость коэффициента гармоник от выходной мощности при напряжении питания ±17 В, сопротивлении нагрузки 4 Ом, коэффициенте усиления по напряжению 30 дБ, входном напряжении 0..250 мВ для ИМС К174УН11

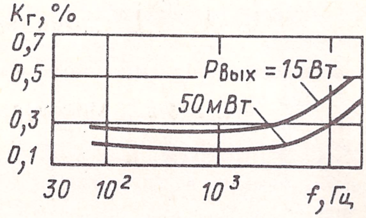


Рис. 2.17 в. Зависимость коэффициента гармоник от частоты при напряжении питания ±17 В, сопротивлении нагрузки 4 Ом, коэффициенте усиления по напряжению 30 дБ для ИМС К174УН11

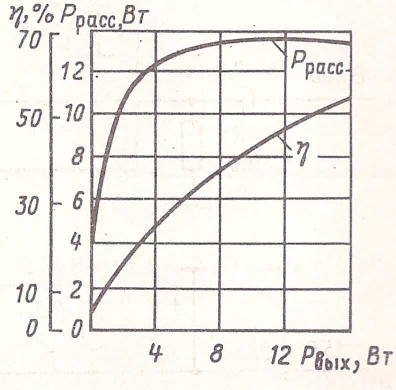


Рис. 2.17 г. Зависимость мощности рассеяния и КПД от выходной мощности при напряжении питания ±17 В, сопротивлении нагрузки 4 Ом, входном напряжении 0...250 мВ для ИМС К174УН11

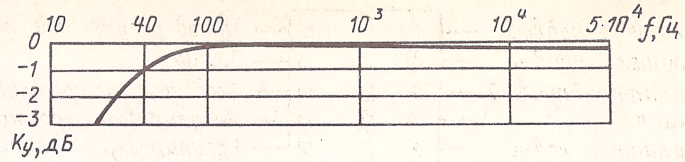


Рис. 2.17 д. Амплитудно-частотная характеристика ИМС К174УН11

Электрические параметры ИМС К174УН11 при 25±10°С и $U_{и.п.ном}$=±15 В

Ток потребления $I_{пот}$, мА, в режиме покоя, не более 100
Выходное напряжение $U_{вых}$, В 3...5
Напряжение смещения $U_{см}$, мВ, не более 100
Напряжение шумов на выходе $U_{ш}$, мВ, не более 1
Входное напряжение $U_{вх}$, мВ, при $P_{вых}$=10 Вт, не более 250
Коэффициент гармоник $K_г$, %, при $P_{вых}$=0,15...10 Вт, не более 1
Коэффициент подавления пульсаций $K_п$, дБ, при f=100 Гц 45
Входное сопротивление $R_{вх}$, кОм 95
Тепловое сопротивление на границе кристалл-среда $R_{к-с}$, °С/Вт 70
Полоса воспроизводимых частот Δf, кГц 0,02...20

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К174УН11

Напряжение питания $U_{и.п}$, В ±5...±18
Максимальный ток нагрузки $I_{н\ max}$, А, при $R_н$=0,1 Ом, не более 2,4
Максимальное входное напряжение $U_{вх\ max}$, В, не более 10
Входная мощность $P_{вых}$, Вт, при $K_г$=1 % и $U_{и.п}$=±17 В, не менее 15

ИМС К174УН12 (рис. 2.18) представляет собой двухканальный усилитель с электронной регулировкой уровня сигнала и предназначен для регулирования громкости и баланса в стереоаппаратуре.

Основу схемы составляют каскадные усилители, построенные по схеме Джильберта, аналогично использованным в ИМС К174УН10 и приспособленные для компенсированной регулировки уровней громкости и баланса каналов в стереофонической аппаратуре.

В состав схемы входят два преобразователя напряжения *U1*, *U2*, два управляемых напряжением регулятора уровня сигнала *A1*, *A2* и два управляемых напряжением усилителя *A3*, *A4*.

С помощью потенциометра *R16* регулируется баланс, а с помощью потенциомера *R18* – громкость (см. рис. 2.18 в). Переключатель *SA1* в положении *3* отключает тонкоррекцию, в положении *1* включает стандартную тонкоррекцию, в положении *2* – позволяет подобрать оптимальную тонкоррекцию для конкретного помещения и акустических систем.

Зависимости основных параметров ИМС от режимов эксплуатации приведены на рис. 2.19.

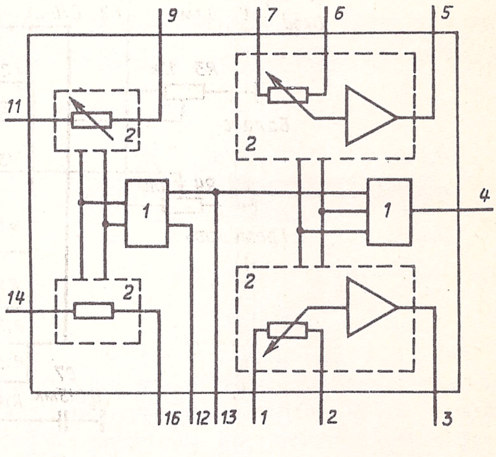


Рис. 2.18 а. Структурная схема ИМС К174УН12

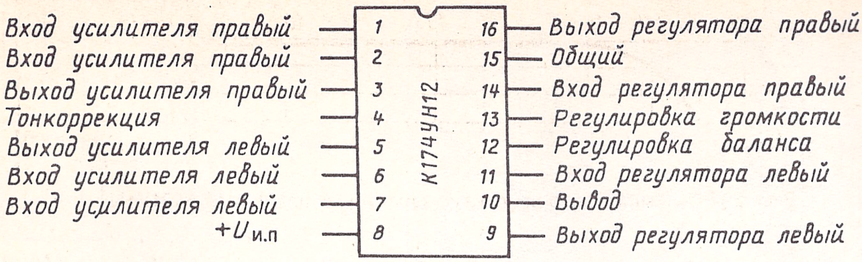


Рис. 2.18 б. Расположение и назначение выводов ИМС К174УН12

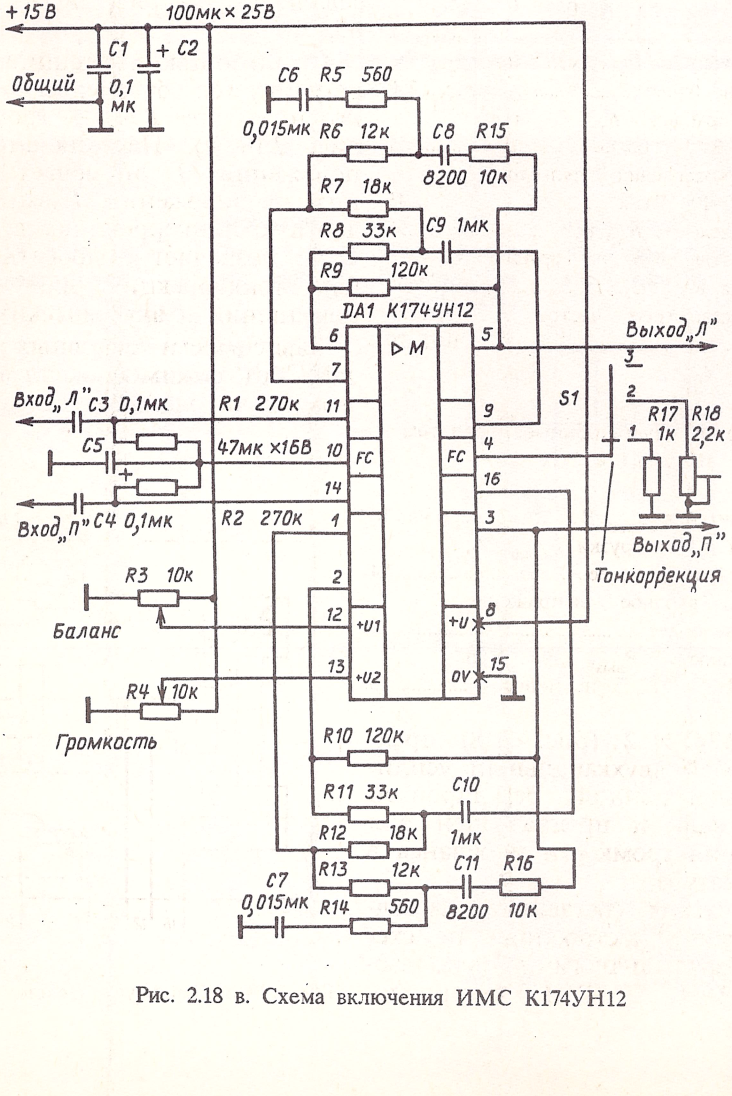


Рис. 2.18 в. Схема включения ИМС К174УН12

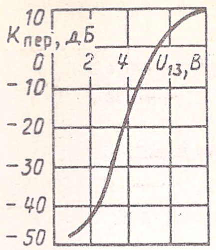


Рис. 2.19 а. Регулировочная характеристика ИМС К174УН12

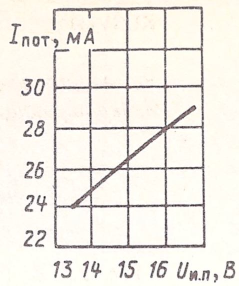


Рис. 2.19 б. Зависимость тока потребления от напряжения питания для ИМС К174УН12

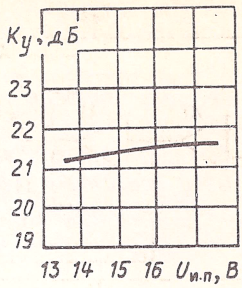


Рис. 2.19 в. Зависимость коэффициента усиления от напряжения питания

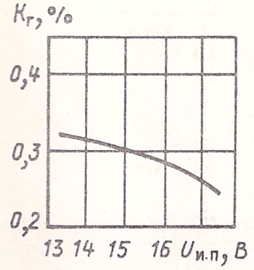


Рис. 2.19 г. Зависимость коэффициента гармоник от напряжения питания для ИМС К174УН12

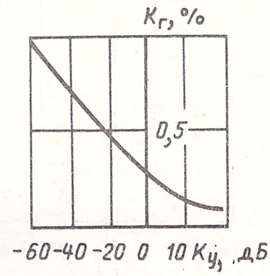


Рис. 2.19 д. Зависимость коэффициента гармоник от коэффициента усиления для ИМС К174УН12

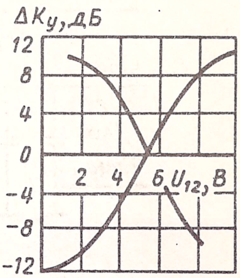


Рис. 2.19 е. Характеристика стереобаланса ИМС К174УН12

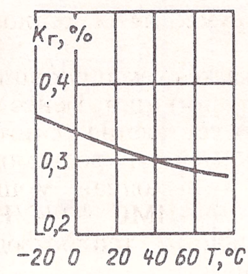


Рис. 2.19 ж. Зависимость коэффициента гармоник от температуры для ИМС К174УН12

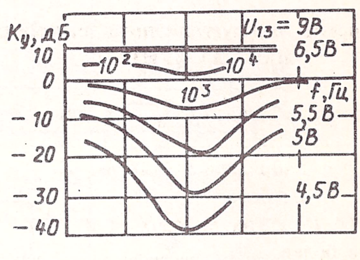


Рис. 2.19 з. Амплитудно-частотная характеристика при различных напряжениях на выводе *13* ИМС К174УН12

Электрические параметры ИМС К174УН12 при 25±10°С и $U_{и.п.ном}$=15 В

Ток потребления $I_{пот}$, мА, не более 40

Коэффициент усиления по напряжению $K_{уU}$, дБ, не менее 17

Диапазон регулировки выходных напряжений баланса $K_{рег}$, дБ, не менее ±6

Разность выходных напряжений баланса $\Delta U_{бал}$, дБ, не более ±4

Отношение сигнал/шум $K_ш$, дБ, не менее 52

Коэффициент гармоник $K_г$, %, не более 0,5

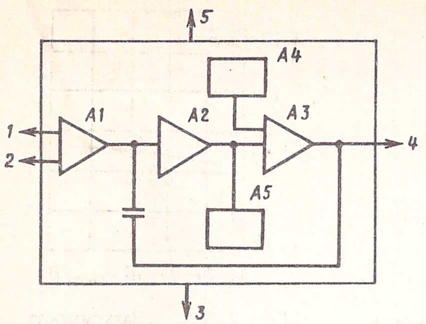


Рис. 2.20 а. Структурная схема ИМС К174УН14

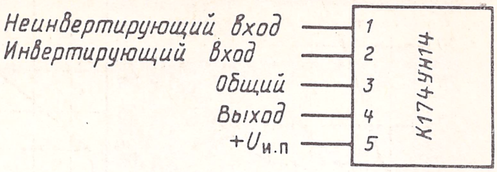


Рис. 2.20 б. Расположение и назначение выводов ИМС К174УН14

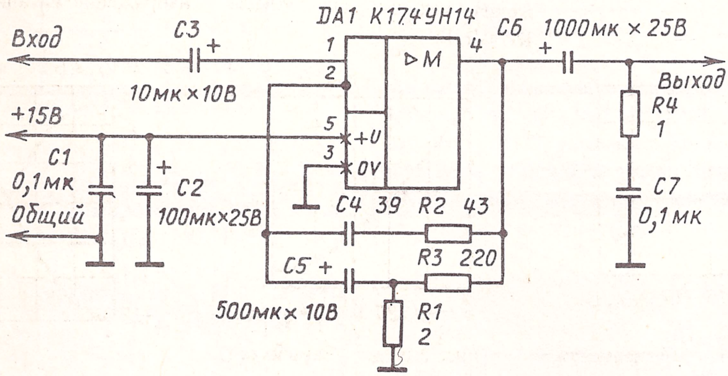


Рис. 2.20 в. Типовая схема включения ИМС К174УН14

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К174УН12

Напряжение питания $U_{и.п}$, В, не более 18

Управляющее напряжение (выводы *12*, *1*) $U_{12,\,1}$, В, не более 12

Напряжение *U*, В, на выводах *1*, *2*, *6*, *7*, *11* не более 1

Сопротивление нагрузки $R_н$, кОм, не менее 5

ИМС К174УН14 (рис. 2.20) представляет собой усилитель мощности звуковой частоты с номинальной выходной мощностью 2,5 Вт при сопротивлении нагрузки 4 Ом.

В состав схемы входит дифференциальный усилитель *A1* в качестве входного каскада УНЧ, управляющий каскад *A2*, двухтактный выходной каскад *A3*, устройство защиты выхода от перегрузок *A4* и тепловая защита *A5*.

Допускается эксплуатация при напряжении питания менее 15 В. При этом соответственно снижаются ток, потребляемый микросхемой (см. рис. 2.21 а), и выходная мощность (см. рис. 2.21 б). ИМС К174УН14 без дополнительного теплоотвода применять нельзя.

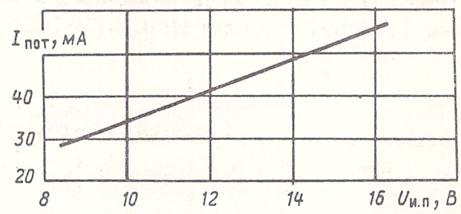


Рис. 2.21 а. Зависимость тока потребления от напряжения питания при температуре окружающей среды (25±10)°С для ИМС К174УН14

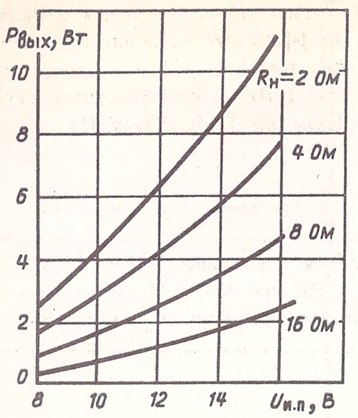


Рис. 2.21 б. Зависимость выходной мощности от напряжения питания при частоте сигнала 1 кГц, коэффициенте гармоник 10 %, температуре окружающей среды 25°C±10°C и различном сопротивлении нагрузки для ИМС К174УН14

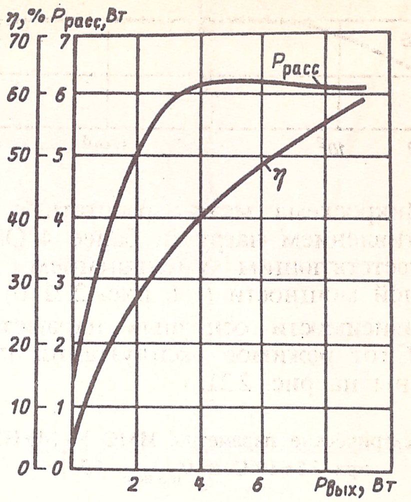


Рис. 2.21 в. Зависимость мощности рассеивания и КПД микросхемы от выходной мощности при напряжении питания 15 В, коэффициенте усиления напряжения 40 дБ, частоте входного сигнала 1 кГц, сопротивлении нагрузки 2 Ом для ИМС К174УН14

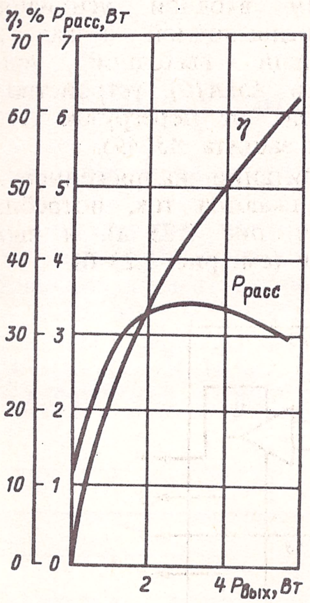


Рис. 2.21 г. Зависимость мощности рассеивания и КПД микросхемы от выходной мощности при напряжении 15 В, коэффициенте усиления напряжения 40 дБ, частоте входного сигнала 1 кГц, сопротивлении нагрузки 4 Ом для ИМС К174УН14

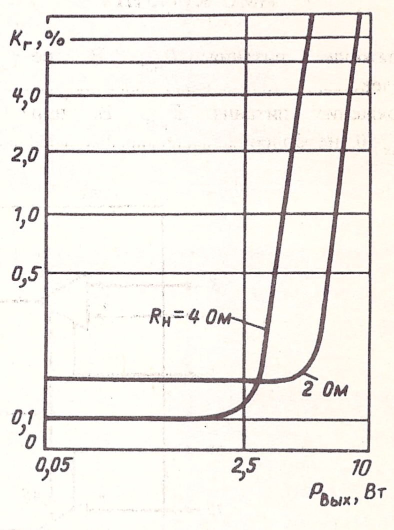


Рис. 2.21 д. Зависимость коэффициента гармоник микросхемы от выходной мощности при напряжении питания 15 В, коэффициенте усиления напряжения 40 дБ, частоте входного сигнала 1 кГц для ИМС К174УН14

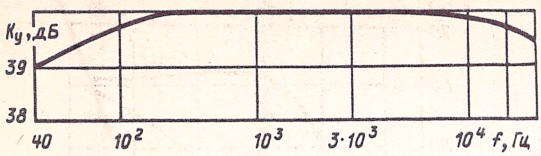


Рис. 2.21 е. Частотная зависимость коэффициента усиления при напряжении питания 15 В, выходной мощности 1 Вт и сопротивлении нагрузки 4 Ом для ИМС К174УН14

Микросхема может работать с сопротивлением нагрузки более 4 Ом с соответствующим уменьшением выходной мощности (см. рис. 2.21 б).

Зависимости основных параметров ИМС от режимов эксплуатации приведены на рис. 2.21.

Электрические параметры ИМС К174УН14 при 25±10°С и $U_{и.п.ном}$=15 В

Ток потребления $I_{пот}$, мА, при $U_{вх}$=0 ... 10...80

Коэффициент усиления по напряжению K_{yU}, дБ ... 39,5...40,5

Коэффициент гармоник $K_г$, %, при $P_{вых}$=0,05...2,5 Вт, $R_н$=4 Ом, f=1 кГц, не более ... 0,5

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К174УН14

Напряжение питания $U_{и.п}$, В, не более ... 16,5

Напряжение питания $U_{и.п}$, В, при $U_{вх}$=0, не более ... 18

Входное напряжение $U_{вх}$, мВ, не более ... 42

Максимальная выходная мощность $P_{вых\ max}$, Вт, при $K_г$=10 % ... 5,5

Сопротивление нагрузки $R_н$, Ом, не менее ... 2

ИМС К174УН15 (рис. 2.22) представляет собой двухканальный усилитель мощности звуковой частоты, предназначенный для использования в переносных стереофонических устройствах. Номинальная выходная мощность – 6 Вт при сопротивлении нагрузки 2 Ом.

В состав схемы входит дифференциальный входной усилитель *A1* (*A6*), предвыходной каскад *A2*(*A7*), двухтактный выходной усилитель мощности *A5*(*A10*), устройство защиты выхода от перегрузок *A4*(*A8*) и тепловая защита *A3*(*A9*).

При питании напряжением менее 15 В снижаются ток, потребляемый ИМС (см. рис. 2.23 а), и выходная мощность (см. рис. 2.23 б).

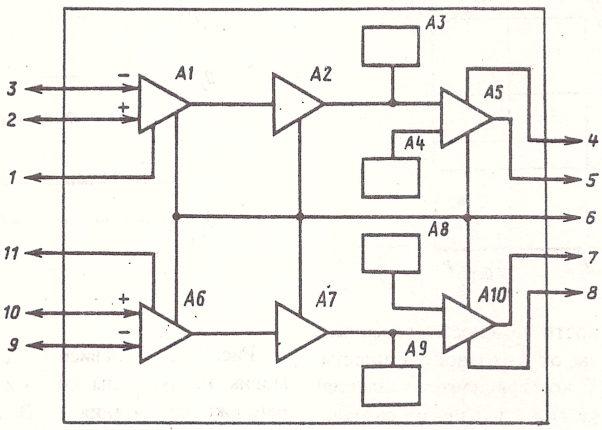


Рис. 2.22 а. Структурная схема ИМС К174УН15

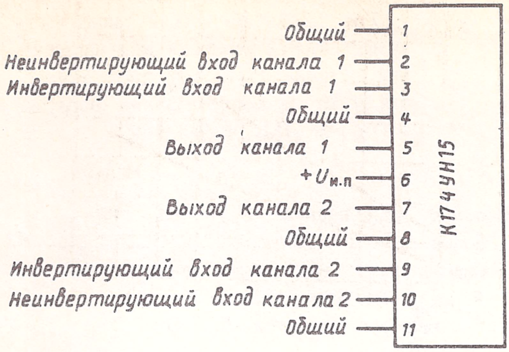


Рис. 2.22 б. Расположение и назначение выводов ИМС К174УН15

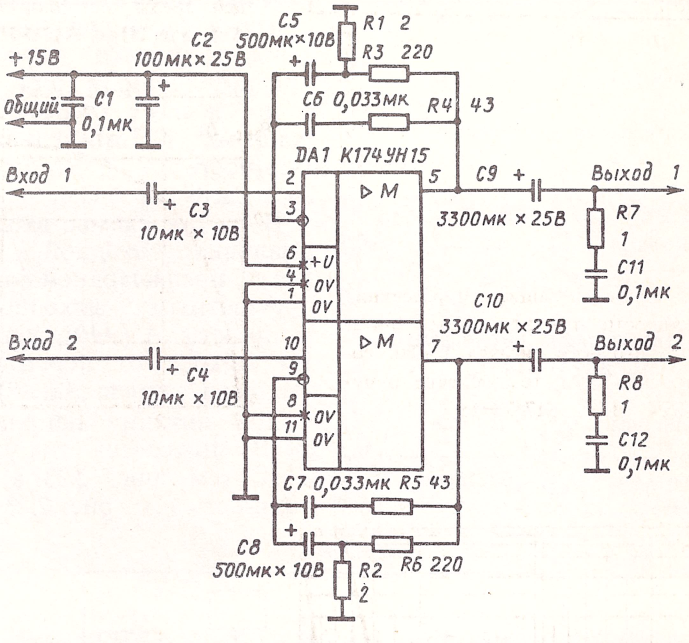


Рис. 2.22 в. Типовая схема включения ИМС К174УН15

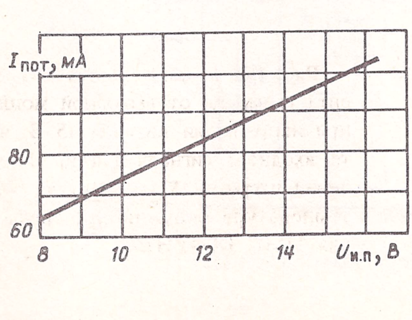
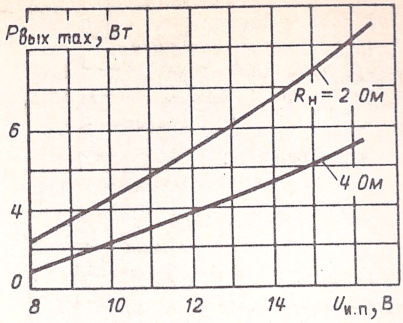


Рис. 2.23 а. Зависимость тока потребления от напряжения питания при температуре окружающей среды +25°С для ИМС К174УН15

Рис. 2.23 б. Зависимость максимальной выходной мощности от напряжения питания при коэффициенте гармоник 10 %, частоте входного сигнала 1 кГц, сопротивлении нагрузки 2, 4 Ом (1, 2 кривая соответственно), температуре окружающей среды 25°С для ИМС К174УН15



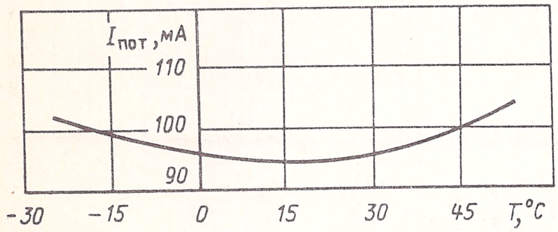


Рис. 2.23 в. Зависимость тока потребления от температуры окружающей среды при напряжении питания 15 В для ИМС К174УН15

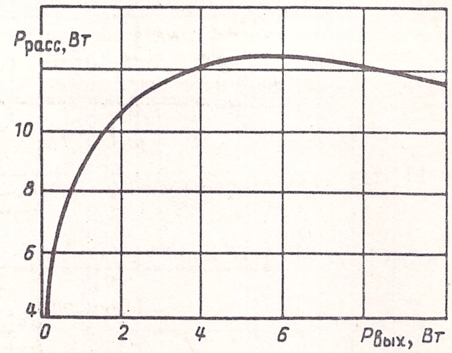


Рис. 2.23 г. Зависимость мощности рассеяния от выходной мощности при напряжении питания 15 В, частоте входного сигнала 1 кГц, сопротивления нагрузки 2 Ом, температуре окружающей среды 25°С ИМС К174УН15

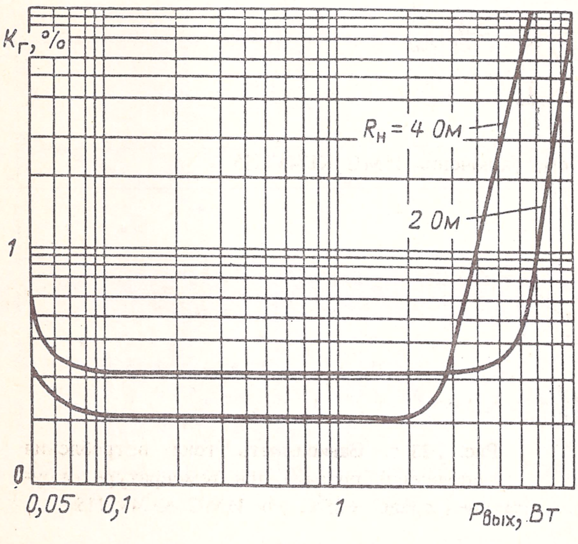
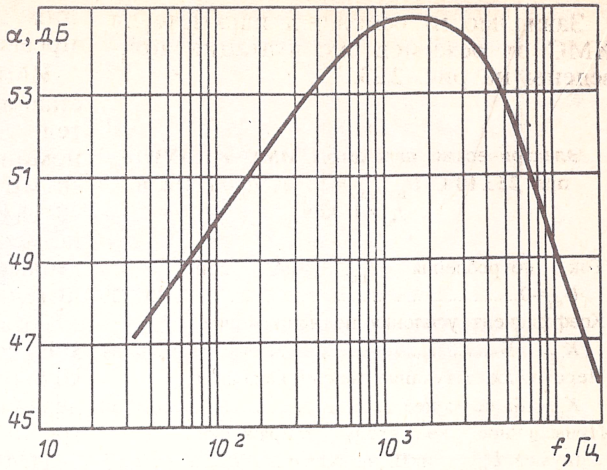


Рис. 2.23 д. Зависимость коэффициента гармоник от выходной мощности при напряжении питания 15 В, частоте входного сигнала 1 кГц, сопротивлении нагрузки $R_{н1}$=2 Ом, $R_{н2}$=4 Ом, температуре окружающей среды 25°С для ИМС К174УН15

Рис. 2.23 е. Зависимость коэффициента переходного затухания от частоты входного сигнала при напряжении питания 15 В, выходной мощности 6 Вт, сопротивлении нагрузки 2 Ом, коэффициенте усиления 40 дБ, температуре окружающей среды 25°С для ИМС К174УН15



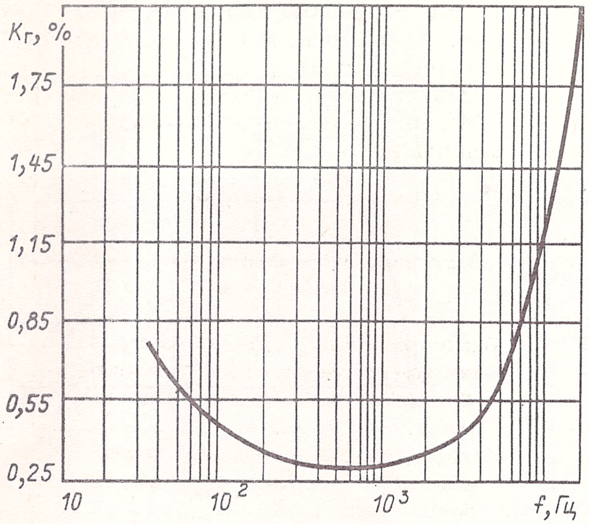


Рис. 2.23 ж. Зависимость коэффициента гармоник от частоты входного сигнала при напряжении питания 15 В, выходной мощности 2,5 Вт, сопротивлении нагрузки 2 Ом, коэффициентє усиления напряжения 40 дБ, температуре окружающей среды 25°С для ИМС К174УН15

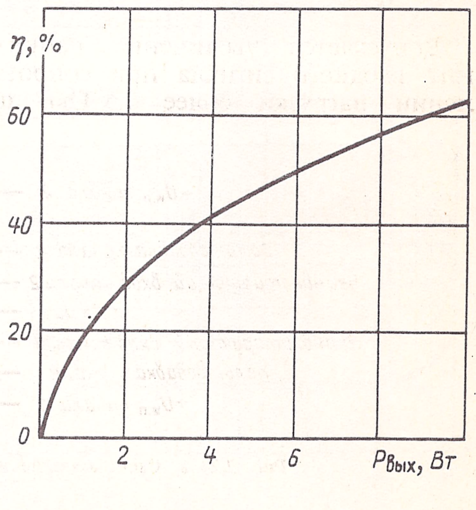


Рис. 2.23 з. Зависимость коэффициента полезного действия от выходной мощности при напряжении питания 15 В, частоте входного сигнала 1 кГц, сопротивлении нагрузки 2 Ом, температуре окружающей среды 25°С для ИМС К174УН15

Зависимости основных параметров ИМС от режимов эксплуатации приведены на рис. 2.23.

Электрические параметры ИМС К174УН15 при 25±10°С $U_{и.п.ном}$=15 В, $R_н$=2 Ом и $f_{вх}$=1 кГц

Ток потребления $I_{пот}$, мА, при $U_{вх}$=0 40...120
Коэффициент усиления по напряжению K_{yU}, дБ 40...44
Переходное затухание между каналами $K_п$, дБ, не менее 50
Приведенное ко входу напряжение шумов $U_{ш.вх}$, мкВ, не более 5
Полоса воспроизводимых частот Δf, кГц 0,03...20
Коэффициент гармоник $K_г$, %, при $P_{вых}$=0,1...6 Вт, не более 1

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К174УН15

Напряжение питания $U_{и.п}$, В, не более 16,5
Сопротивление нагрузки $R_н$, Ом, не менее 1,6
Напряжение входного сигнала $U_{вх}$, мВ, не более 38
Максимальная выходная мощность $P_{вых\,max}$, Вт, при $K_г$=10 % 9

Допускается увеличение напряжения входного сигнала при сопротивлении нагрузки более 1,6 Ом, при этом выходная мощность не должна превышать 9 Вт.

ИМС КФ174УН17 (рис. 2.24) представляет собой двухканальный усилитель мощности звуковой частоты с номинальной выходной мощностью 10 мВт на сопротивлении нагрузки 40 Ом. ИМС предназначена для использования в переносной стереофонической аппаратуре в качестве усилителя головных стереотелефонов.

При напряжении питания ниже 3 В соответственно уменьшается выходная мощность (см. рис. 2.25 а) и незначительно изменяется ток потребления (см. рис. 2.25 б).

ИМС может работать на сопротивлении нагрузки менее 40 Ом, при этом выходная мощность возрастает (см. рис. 2.25 а).

Зависимости основных параметров ИМС от режимов эксплуатации приведены на рис. 2.25.

Электрические параметры ИМС КФ174Н17 при 25±10°С и $U_{и.п.ном}$=3 В

Ток потребления $I_{пот}$, мА, не более 5
Коэффициент усиления по напряжению K_{yU}, дБ, на частоте 1 кГц, не менее 20
Коэффициент рассогласования стереоканалов по усилению $K_{расс}$, дБ, не более 1
Напряжение шумов $U_ш$, мВ, не более 0,06
Коэффициент гармоник $K_г$, %, при $P_{вых}$=10 мВт, f=1 кГц, не более 1

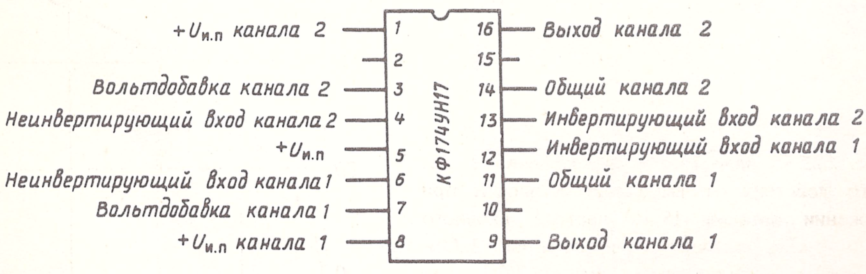


Рис. 2.24 а. Расположение и назначение выводов ИМС КФ174УН17

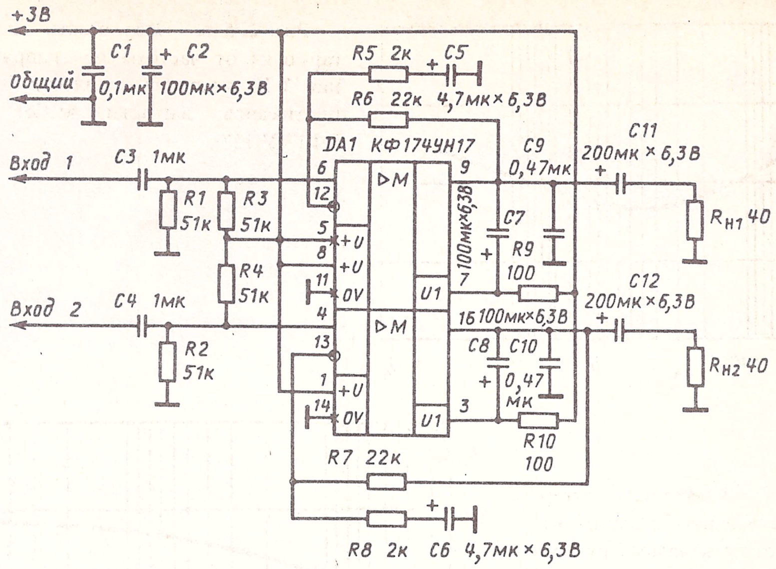


Рис. 2.24 б. Типовая схема включения ИМС КФ174УН17

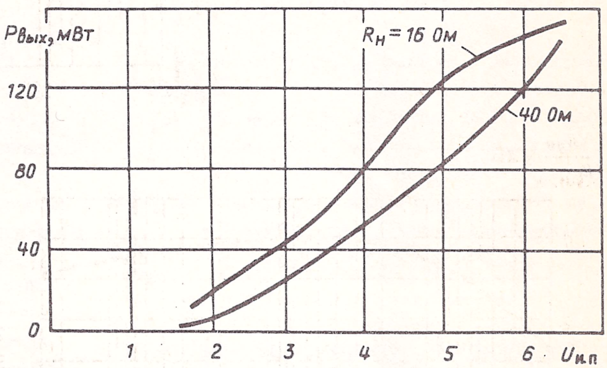


Рис. 2.25 а. Зависимость максимальной выходной мощности от напряжения питания при коэффициенте гармоник 10 %, сопротивлении нагрузки 16 и 40 Ом для ИМС КФ174УН17

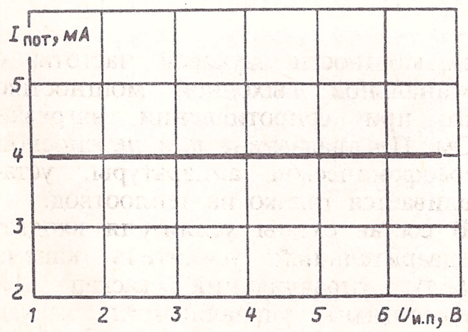


Рис. 2.25 б. Зависимость тока потребления от напряжения питания для ИМС КФ174УН17

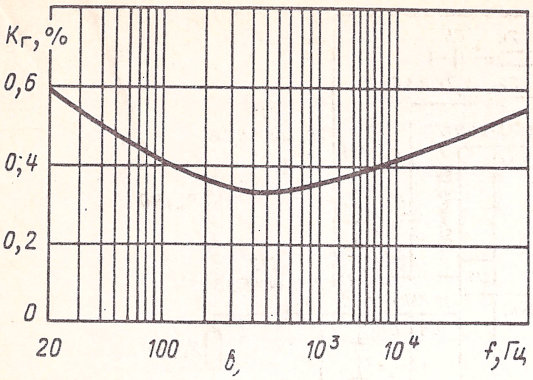
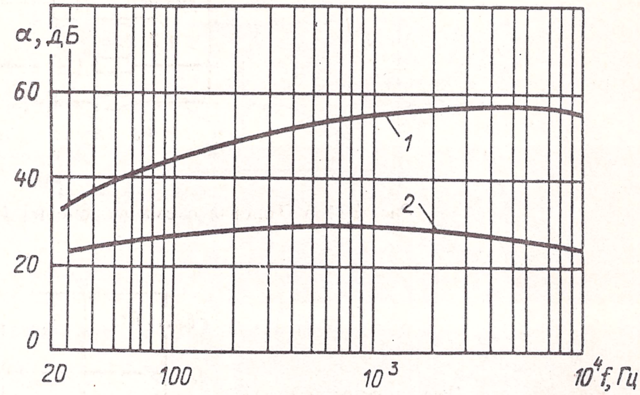


Рис. 2.25 в. Зависимость коэффициента гармоник от частоты при напряжении питания 3 В, выходной мощности 10 мВт и сопротивлении нагрузки 40 Ом для ИМС КФ174УН17

Рис. 2.25 г. Зависимость коэффициента ослабления входных напряжений между каналами от частоты при напряжении питания 3 В, выходной мощности 10 мВт и сопротивлении нагрузки 40 Ом для ИМС КФ174УН17: *1* – $R_г$=0; *2* – $R_г=\infty$



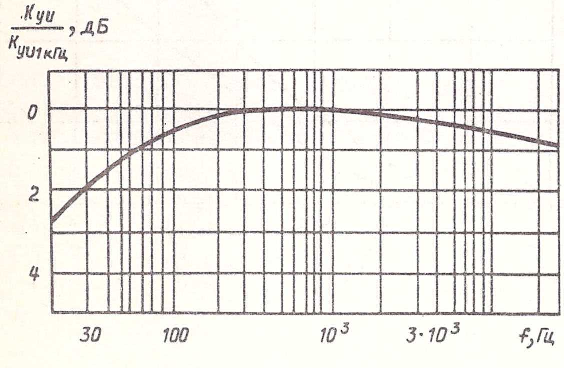


Рис. 2.25 д. Амплитудно-частотная характеристика при частоте 20 Гц...20 кГц, напряжении питания 3 В, выходной мощности 10 мВт для ИМС КФ174УН17

Предельные эксплуатационные параметры ИМС КФ174УН17

Напряжение питания $U_{и.п}$, В 1,6...6,6
Входное напряжение $U_{вх}$, мВ, не более 150
Сопротивление нагрузки $R_н$, Ом, не менее 30

ИМС К174УН18 (рис. 2.26) представляет собой двухканальный усилитель мощности звуковой частоты с номинальной выходной мощностью 1 Вт при сопротивлении нагрузки 4 Ом. Предназначена для переносной стереофонической аппаратуры, устанавливается только на теплоотвод.

В состав схемы усилителя входят: предварительный усилитель канала *A2*(*A4*), управляющий каскад *A3*, предмощный управляющий каскад *A5*(*A6*), мощный каскад *A11*(*A12*),

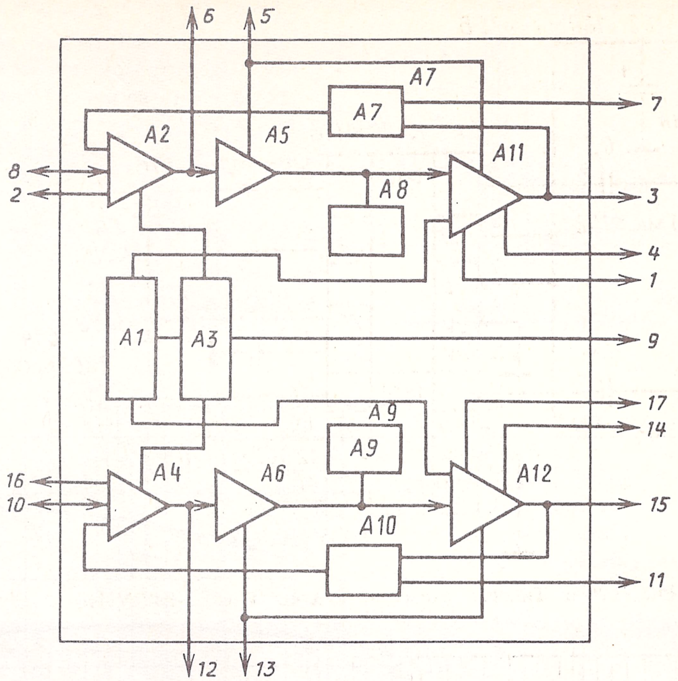


Рис. 2.26 а. Структурная схема ИМС К174УН18

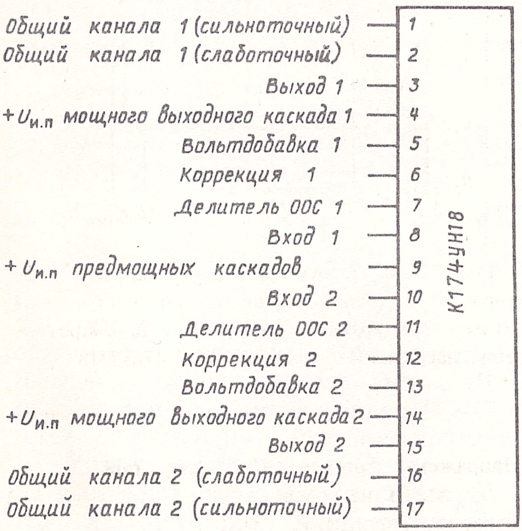


Рис. 2.26 б. Расположение и назначение выводов ИМС К174УН18

цепь отрицательной обратной связи *A7*(*A10*), защита выхода от перегрузок *A8*(*A9*) и тепловая защита *A1*.

Допускается эксплуатация при пониженном напряжении питания, при этом соответственно уменьшается выходная мощность (см. рис. 2.27 г).

Электрические параметры ИМС К174УН18 при 25±10°С и $U_{и.п.ном}$=9 В

Коэффициент усиления по напряжению K_{yU}, дБ, на частоте f=1 кГц 42...47

Коэффициент гармоник $K_г$, %, при $P_{вых}$=1 Вт и $R_н$=4 Ом, не более..................1

Коэффициент рассогласования стереоканалов по усилению $K_{расс}$, дБ, при $P_{вых}$=1 Вт, не более..................1

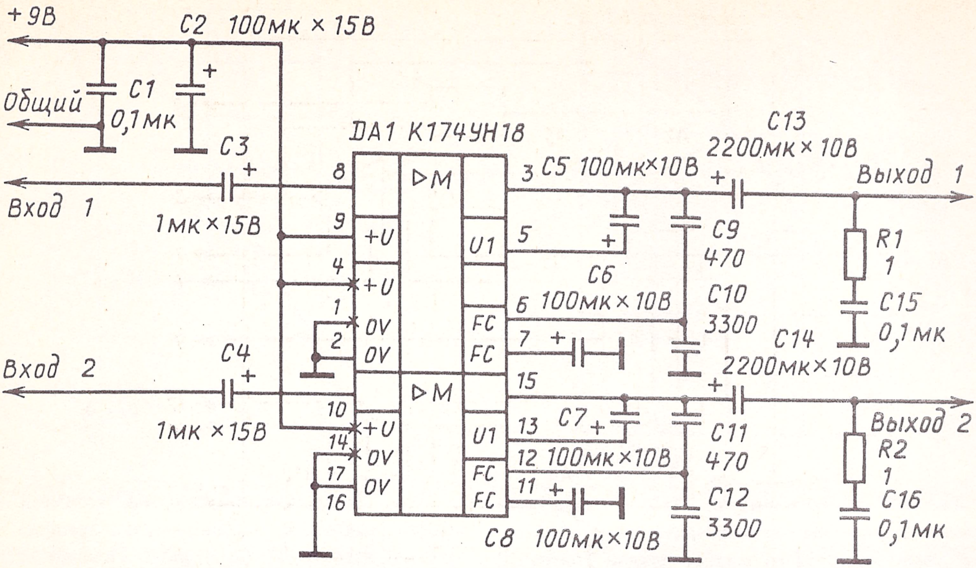


Рис. 2.26 в. Типовая схема включения ИМС К174УН18

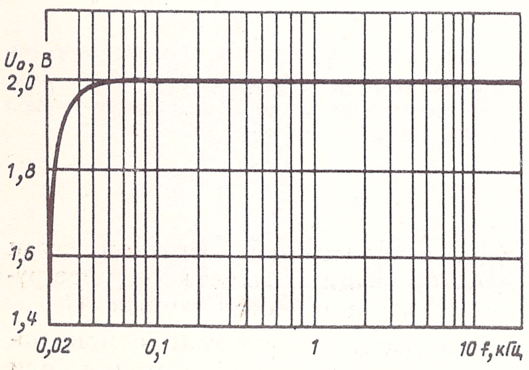


Рис. 2.27 а. Амплитудно-частотная характеристика при напряжении питания 9 В, входном напряжении 10 мВ и сопротивлении нагрузки 40 Ом для ИМС К174УН18

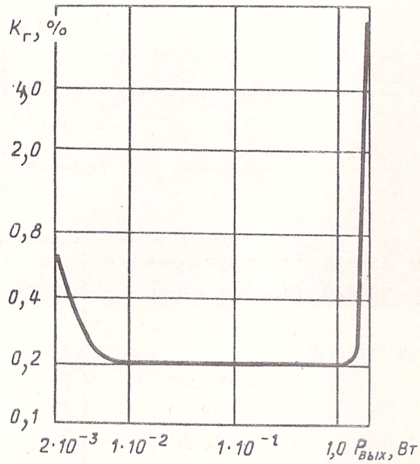


Рис. 2.27 б. Зависимость коэффициента гармоник от выходной мощности при напряжении питания 9 В, входной частоте 1 кГц, сопротивлении нагрузки 4 Ом для ИМС К174УН18

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К174УН18

Напряжение питания $U_{и.п}$, В 5...12

Ток потребления $I_{пот}$, мА, при $U_{вх}=0$, $U_{и.п}=12$ В, не более 25

Максимальная выходная мощность $P_{вых\ max}$, Вт 2

Коэффициент гармоник $K_г$, %, при $P_{вых\ max}=2$ Вт и $R_н=4$ Ом, не более 10

Напряжение шумов $U_ш$, мВ, при $U_{и.п}=12$ В, не более 2

Входное напряжение $U_{вх}$, мВ, не более 500

Сопротивление нагрузки $R_н$, Ом, не менее 3,2

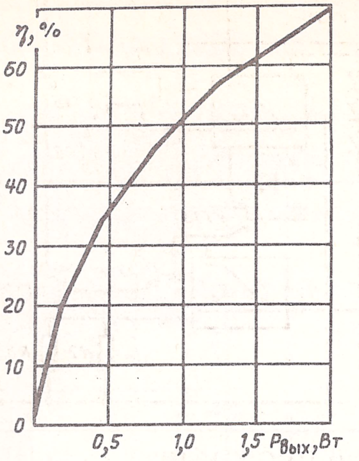


Рис. 2.27 в. Зависимость КПД от выходной мощности при напряжении питания 9 В, входной частоте 1 кГц, сопротивлении нагрузки 4 Ом для ИМС К174УН18

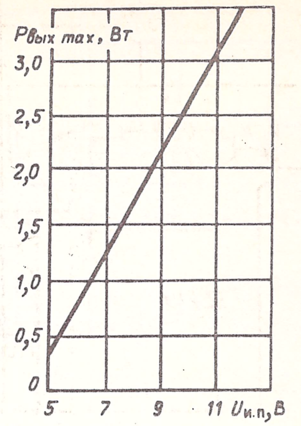


Рис. 2.27 г. Зависимость максимальной выходной мощности от напряжения питания при входной частоте 1 кГц и сопротивлении нагрузки 4 Ом для ИМС К174УН18

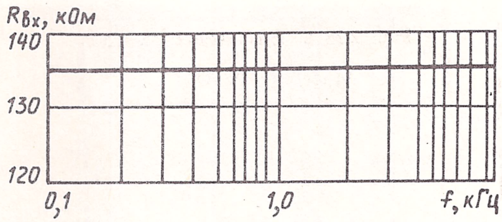


Рис. 2.27 д. Зависимость входного сопротивления от частоты входного сигнала при входном напряжении 10 мВ и напряжении питания 9 В для ИМС К174УН18

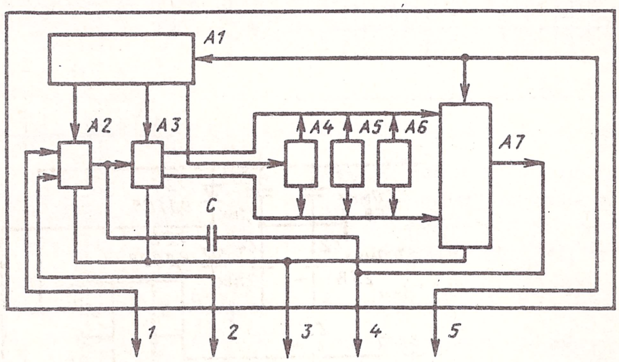


Рис. 2.28 а. Функциональная схема ИМС К174УН19

ИМС К174УН19 (рис. 2.28) представляет собой усилитель мощности звуковой частоты с номинальной выходной мощностью 15 Вт на нагрузке сопротивлением 4 Ом и предназначен для применения в высококачественной звуковоспроизводящей и телевизионной аппаратуре. ИМС содержит источник тока *A1*, входной дифференциальный каскад *A2*, фазоинверторный каскад *A3*, каскад тепловой защиты *A4*, каскад формирова-

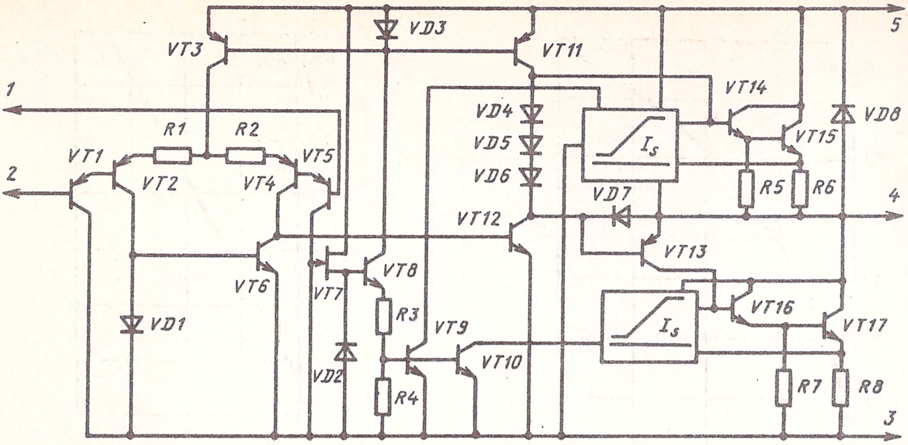


Рис. 2.28 б. Принципиальная схема ИМС К174УН19

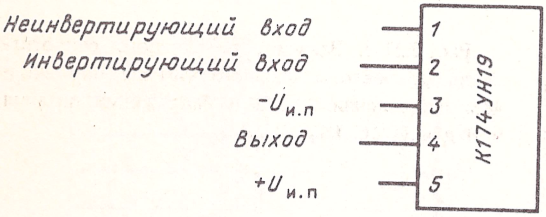


Рис. 2.28 в. Назначение выводов ИМС К174УН19

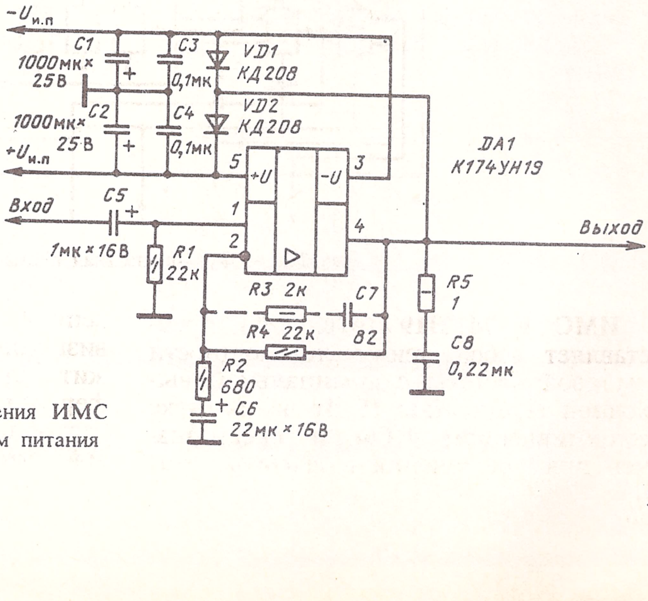


Рис. 2.28 г. Типовая схема включения ИМС К174УН19 с двухполярным источником питания

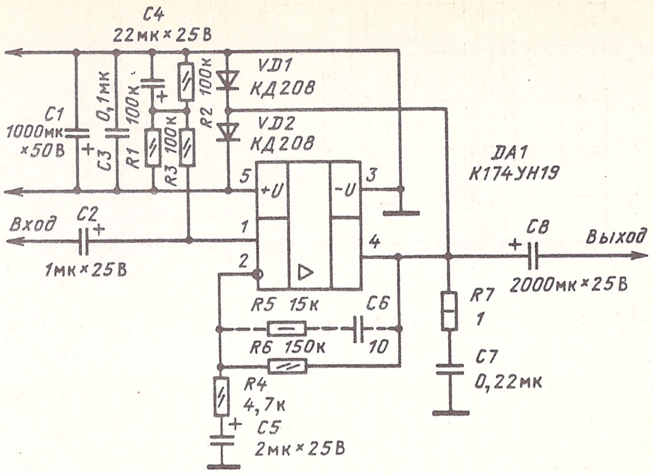


Рис. 2.28 д. Типовая схема включения ИМС К174УН19 с однополярным источником питания

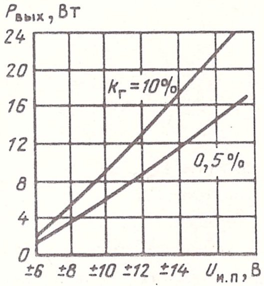


Рис. 2.29 а. Зависимость выходной мощности от напряжения питания при различных значениях коэффициента гармоник для ИМС К174УН19

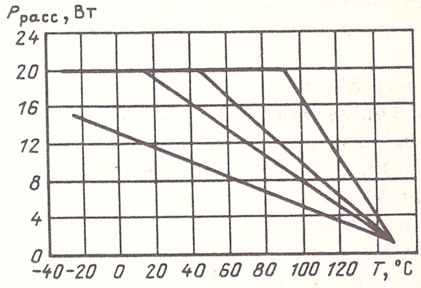


Рис. 2.29 б. Зависимость мощности рассеивания от температуры для ИМС К174УН19

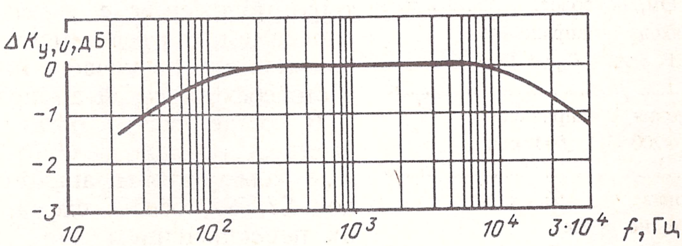


Рис. 2.29 в. Амплитудно-частотная характеристика ИМС К174УН19

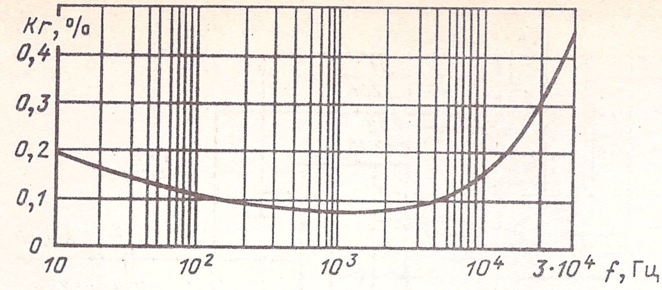


Рис. 2.29 г. Зависимость коэффициента гармоник от частоты для ИМС К174УН19

ния тока покоя *A5*, схему защиты от короткого замыкания *A6*, двухтактный выходной каскад *A7*.

ИМС устойчива при тепловых перегрузках и не выходит из строя при коротких замыканиях в нагрузке.

Зависимости основных параметров ИМС от режимов эксплуатации приведены на рис. 2.29.

Электрические параметры ИМС К174УН19 при 25±10°С и $U_{и.п.ном}$=±15 В

Ток потребления $I_{пот}$, мА, при $R_н$=4 Ом, не более 65

Выходная мощность $P_{вых}$, Вт, при $R_н$=4 Ом, K_{yU}=30 дБ, f=1 кГц, $K_г$=10 %:
- не менее 15
- типовое значение 18

Выходное напряжение $U_{вых}$, В, при $R_н$=4 Ом, f=1 кГц:
- $U_{и.п}$=±16,5 В, $U_{вх}$=235 мВ 7...7,9
- $U_{и.п}$=±12 В, $U_{вх}$=175 мВ, T=−10...+70°С 5...6

Выходное напряжение покоя $U_{вых}$, мВ, при $U_{вх}$=0, $R_н$=4 Ом, не более ±20

Приведенное ко входу напряжение шумов $U_{ш.вх}$, мкВ, при $R_н$=4 Ом, не более 10

Коэффициент усиления напряжения K_{yU}, дБ, при $U_{вх}$=200 мВ, f=1 кГц, $R_н$=4 Ом 30

Коэффициент гармоник $K_г$, %, при $R_н$=4 Ом, f=1 кГц, не более:
- $U_{вых}$=0,632 В, $P_{вых}$=0,1 Вт 0,5
- $U_{вых}$=7,74 В, $P_{вых}$=15 Вт 10

Коэффициент подавления пульсаций источника питания $K_{под}$, дБ, при K_{yU}=30 дБ, f=1 кГц, $R_н$=4 Ом, не менее 40

Входное сопротивление $R_{вх}$, кОм, при:
- двухполярном напряжении источника питания ±15 В 20
- однополярном +30 В 150

Температура кристалла $T_к$, °С, при срабатывании схемы тепловой защиты +145

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К174УН19

Напряжение питания $U_{и.п}$, В:
- двухполярное ±6...±18
- однополярное 12...36

Максимальный выходной ток $I_{вых}$, А 3,5

Максимальное выходное напряжение $U_{вых}$, В ±($U_{и.п}$−1,5)

Минимальное сопротивление нагрузки $R_н$, Ом 3,2

ИМС К174КП1 (рис. 2.30) представляет собой двухканальный коммутатор аналоговых сигналов на четыре положения с электронным управлением, предназначенный для коммутации низкочастотных сигналов в стереофонической аппаратуре.

В состав схемы входят усилители входных сигналов *A1...A8*, электронные коммутаторы аналоговых сигналов *S1*, *S2*, общая схема управления их переключением *A13*, стабилизатор напряжения *A11* и источник напряжения смещения *A12*.

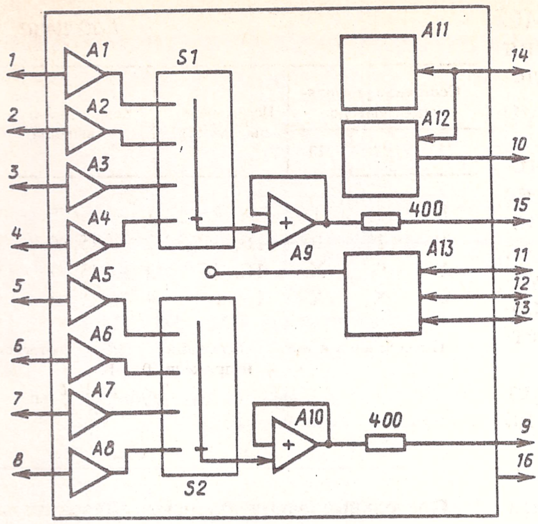


Рис. 2.30 а. Структурная схема ИМС К174КП1

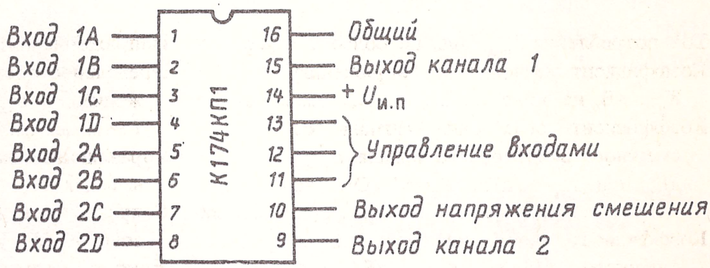


Рис. 2.30 б. Расположение и назначение выводов ИМС К174КП1

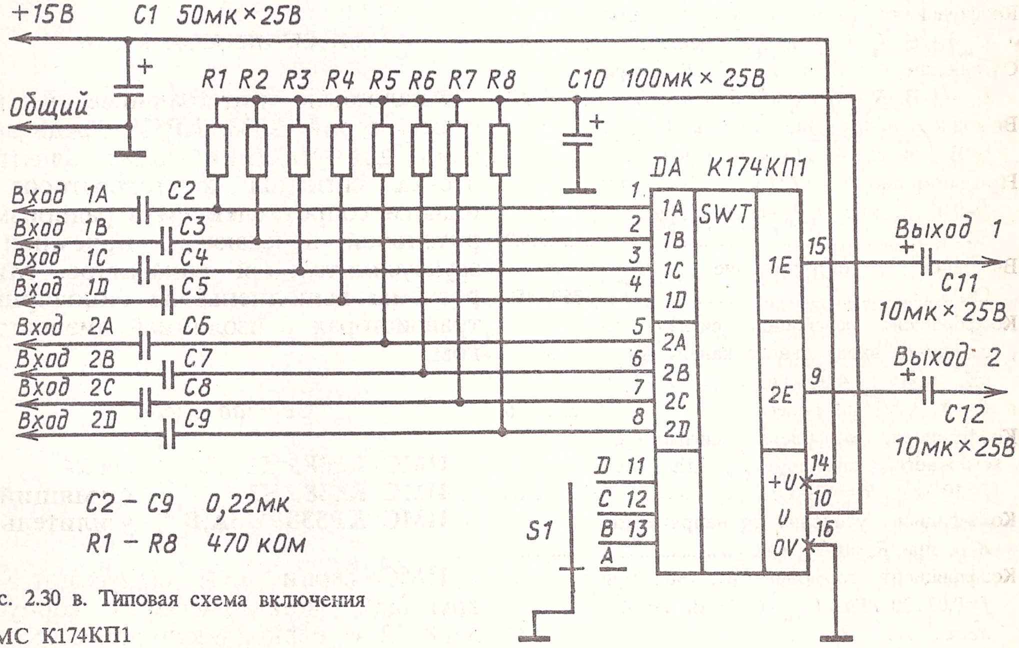


Рис. 2.30 в. Типовая схема включения ИМС К174КП1

Допускается эксплуатация ИМС при снижении напряжения питания до 6 В. При этом соответственно следует уменьшить амплитуду коммутируемых аналоговых сигналов.

Значение переключаемых аналоговых сигналов (двойная амплитуда) не должно превышать напряжения источника питания микросхемы. Для коммутации входных сигналов на управляющие выводы *11*, *12*, *13* необходимо подать напряжение в соответствии с табл. 2.2.

Переключатель *S1* коммутирует входы каналов также соответственно данным табл. 2.2.

Таблица 2.2

Состояние управляющих выводов			Подключенные входы	Коммутируемые выводы
11	12	13		
1	1	1	1A; 2A	1 – 15; 5 – 9
1	1	0	1B; 2B	2 – 15; 6 – 9
1	0	X	1C; 2C	3 – 15; 7 – 9
0	X	X	1 ; 2	4 – 15; 8 – 9

Примечание: Состоянию "0" соответствует напряжение 0...2 В,
"1" – 3,3 В...$U_{и.п}$
"X" – 0 В...$U_{и.п}$

Электрические параметры ИМС К174КП1 при 25±10°С и $U_{и.п.ном}$=15 В

Ток потребления $I_{пот}$, мА, не более 5
Коэффициент усиления по напряжению K_{yU}, дБ, не менее −2,5
Коэффициент ослабления сигнала со смежного входа одного канала $K_{п.вх}$, дБ, при $f_{вх}$=1 кГц, $R_г$=47 кОм, не менее 60
Коэффициент ослабления сигнала со смежного канала $K_{п.к}$, дБ, при $f_{вх}$=1 кГц, $R_г$=47 кОм, не менее 70
Коэффициент гармоник $K_г$, %, при $U_{вх}$=3 В, $f_{вх}$=1 кГц, не более 0,1
Отношение сигнал/шум, дБ, при $U_{вх}$=1 В, $R_г$=47 кОм, не менее 97
Выходное напряжение шумов $U_{ш.вых}$, мкВ, при $R_г$=47 кОм, не более 5
Неравномерность АЧХ, дБ, при f=0,02...20 кГц, $U_{и.п}$=6...23 В, не более 0,2
Выходное сопротивление $R_{вых}$, Ом 350...450
Коэффициент ослабления сигнала со смежного входа одного канала $K_{п.вх}$, дБ, при $f_{вх}$=10 кГц, $U_{и.п}$=6...23 В, $R_г$=47 кОм, не менее 46
Коэффициент ослабления сигнала со смежного канала $K_{п.к}$, дБ, при f=10 кГц, $R_г$=47 кОм, не менее 66
Коэффициент усиления по напряжению K_{yU}, при $R_г \to 0$, $R_н \to \infty$ 1
Коэффициент гармоник $K_г$, %, при f=0,02...20 кГц, $U_{и.п}$=6...23 В, не более 0,05

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К174КП1

Напряжение питания $U_{и.п}$, В 6...23
Предельное постоянное входное напряжение, $U_{вх.пред}$, на выводах *1...8* −0,5...$U_{и.п}$
Управляющее напряжение $U_{упр}$, В, на выводах *11*, *12*, *13* 0...23
Сопротивление нагрузки $R_н$, кОм (выводы *9*, *15*), не менее 4,7
Емкость нагрузки $C_н$, пФ, (выводы *9*, *15*), не более 100

2.2. СЕРИИ К538, КР538

Аналоговые интегральные микросхемы серий К538, КР538 предназначены для усиления малых электрических сигналов от генераторов с низким сопротивлением в радиоизмерительной, передающей, приемной и звукоусилительной аппаратуре. Микросхемы выполнены на биполярных транзисторах с изоляцией диэлектриком.

Состав серии

ИМС К538УН1А,Б
ИМС К538УН3
ИМС КР538УН3А,Б } малошумящий усилитель

ИМС серии К538 выпускаются в круглых металлических корпусах 301.8 – 2 с перпендикулярным распо-

Таблица 2.3

Микросхема	Напряжение питания, В	Рабочий диапазон температур, °С	Гарантированная наработка на отказ, ч	Гарантированный срок хранения, лет	Количество элементов в корпусе	Номер чертежа корпуса
К5381А,Б	+15,0±1,5	−40...+85	15 000	10	31	14
К538УН3	+ 6,0±0,6	−60...+85	15 000	10	24	14
КР538УН3А,Б	+ 6,0±0,6	−10...+70	15 000	10	24	22

ложением выводов, серии КР538 – в прямоугольных полимерных корпусах 2101.8 – 1 с перпендикулярным расположением выводов.

Номера чертежей корпусов и основные эксплуатационные характеристики микросхем приведены в табл. 2.3.

ИМС К538УН1А, К538УН1Б (рис. 2.31) являются предварительными усилителями с улучшенными характеристиками. В зависимости от значения шума К538УН1 подразделяются на группы А и Б. Усилитель построен по двухкаскадной схеме, что позволило получить коэффициент усиления не менее 10^5.

Входной каскад построен по дифференциальной схеме на транзисторах *VT2*, *VT4*. Питание на него поступает через эмиттерный повторитель *VT1*. Эмиттерный повторитель на составном транзисторе *VT8VT9* служит для согласования входного и выходного каскадов. Ток этого эмиттерного повторителя определяется *VT7*. Транзистор *VT12*, активной нагрузкой которого являются *VT10*, *VT11*, инвертирует сигналы, поступающие с *VT9*.

Выходной каскад на транзисторах *VT13*, *VT15* и *VT16* обладает хорошей линейностью и позволяет получить коэффициент гармоник на превышающий 0,1 %. Транзистор *VT14* служит для защиты выходного каскада от перегрузки по току. С помощью стабилизатора напряжения, определяющего всю работу ИМС по постоянному току и построенного на обратно смещенных диодах *VD2*, *VD3*, улучшается температурная стабильность и уменьшается влияние напряжения питания. Кроме того, эти диоды понижают напряжение коллектор-эмиттер транзисторов входного каскада. Корректирующий конденсатор *C1* улучшает АЧХ ИМС. Частота единичного усиления ИМС достигает 15 МГц, а приведенное ко входу в полосе частот 0,1...10 кГц напряжение шумов равно 1,2 мкВ при коэффициенте усиления 500.

Для нормальной работы усилителя предусмотрена внешняя обратная связь с выхода ИМС на эмиттеры входного каскада (вывод *5*). Для повышения устойчивости работы усилителя, емкость внутреннего конденсатора обратной связи *C1* можно увеличивать, подключая параллельно

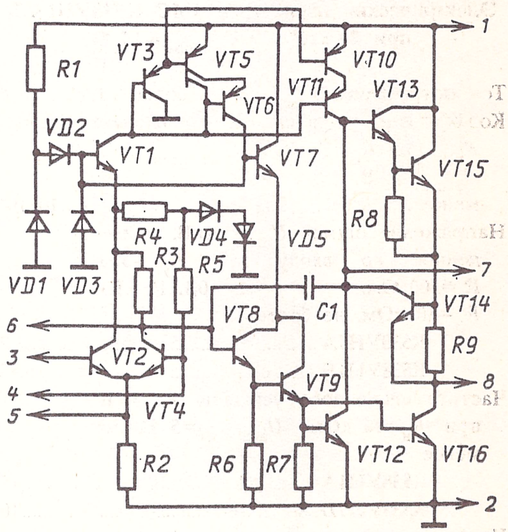


Рис. 2.31 а. Принципиальная схема ИМС К538УН1А,Б

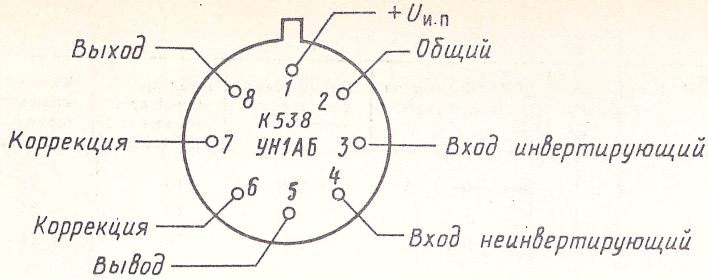


Рис. 2.31 б. Расположение и назначение выводов ИМС К538УН1А,Б

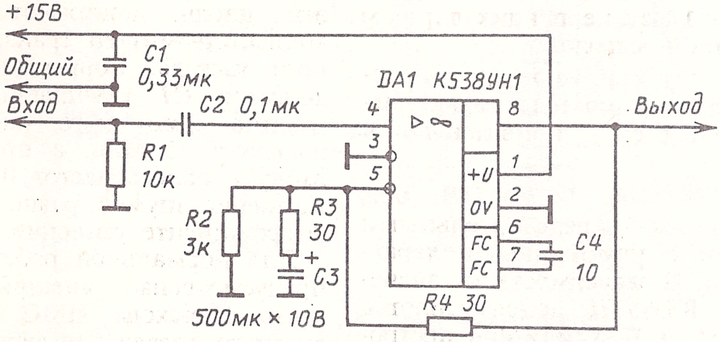


Рис. 2.31 в. Типовая схема включения ИМС К538УН1А,Б

внутренней емкости внешний конденсатор *C3* (выводы *6* и *7*).

Электрические параметры ИМС К538УН1А,Б при 25±10°С и $U_{и.п.ном}$=15 В

Ток потребления $I_{пот}$, мА, не более........................8

Коэффициент усиления по напряжению K_{yU}, при $R_н$=10 кОм, $U_{вых\ пост}$=7 В, $U_{вых\ А}$=2 В, f=20 Гц, не менее..$10 \cdot 10^4$

Напряжение шумов $U_{ш.вх}$, мкВ, приведенное ко входу при K_{yU}=500, $R_г$=500 Ом, Δf=0,1...10 кГц, $R_н$=10 кОм, не более

К538УН1А ..1,2

К538УН1Б ..0,85

Частота единичного усиления $f_т$, мГц, при $R_н$=10 кОм, $U_{вых\ пост}$=5 В, не менее

К538УН1А ..15

К538УН1Б ..10

Коэффициент гармоник $K_г$, %, при $U_{вых\ А}$=2 В, f=1 кГц, K_{yU}=50, не более..0,1

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К538УН1А,Б

Максимальное напряжение питания $U_{и.п.\ max}$, В..18

Максимальный ток нагрузки $I_{н\ max}$, мА..1

Максимальная амплитуда выходного напряжения $U_{вых\ max}$, В, при $R_н$=10 кОм, f=20 Гц.................................($U_{и.п}$−3)

Максимальное входное напряжение $U_{вх\ max}$, В..0,3

ИМС К538УН3, КР538УН3А, КР538УН3Б (рис. 2.32) представляют собой малошумящий усилитель, рассчитанный на работу с низкоомными (сотни ом – единицы килоом) источниками сигнала. ИМС К538УН3 отличается от ИМС КР538УН3 типом корпуса и нумерацией выводов (для КР538УН3 на рис. 2.32 а они указаны в скобках).

Усилитель состоит из входного и предоконечного каскадов усилителя

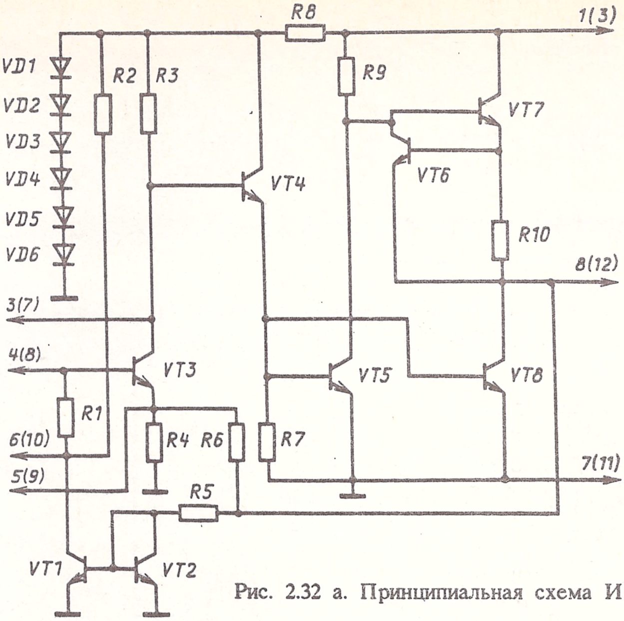


Рис. 2.32 а. Принципиальная схема ИМС К538УН3

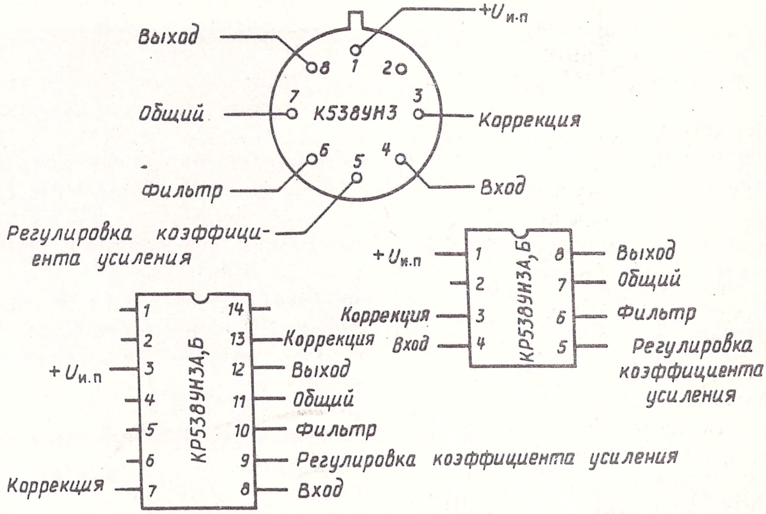


Рис. 2.32 б. Расположение и назначение выводов ИМС К538УН3, КР538УН3А,Б

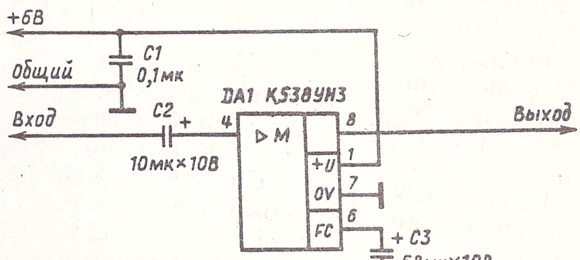


Рис. 2.32 в. Типовая схема включения ИМС К538УН3

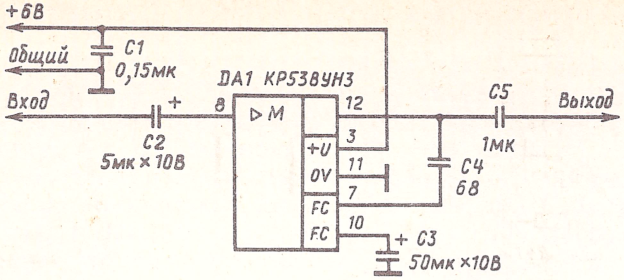


Рис. 2.32 г. Типовая схема включения ИМС КР538УН3

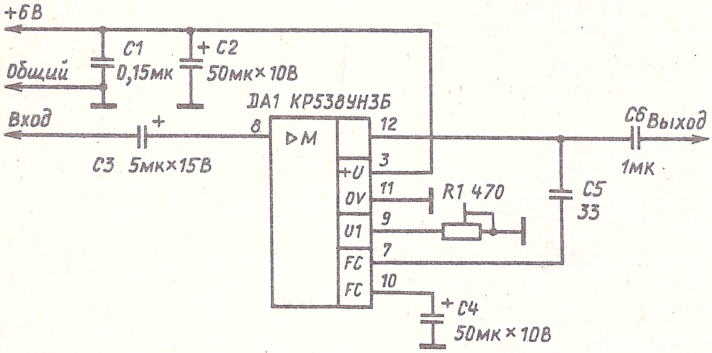


Рис. 2.32 д. Вариант включения ИМС КР538УН3

напряжения, выходного каскада усиления тока и стабилизатора напряжения питания усилителя.

Входной каскад выполнен на транзисторе *VT3*, включенном по схеме с общим эмиттером. Следующий каскад – эмиттерный повторитель на транзисторе *VT4* – позволяет сохранить высокое усиление входного каскада, так как не шунтирует его нагрузку. Далее, с нагрузки эмиттерного повторителя резистора *R7*, сигнал поступает на транзистор *VT5*, включенный по схеме с общим эмиттером. Резистор *R9* является его коллекторной нагрузкой. К ней подключен выходной каскад – эмиттерный повторитель на транзисторе *VT7* с активной нагрузкой на *VT8*. Транзистор *VT6* и резистор *R10* служат для защиты усилителя от коротких замыканий.

Для питания входного каскада усилителя стабилизированным напряжением используется внутренний стабилизатор (на диодах *VD1...VD6* и транзисторах *VT1*, *VT2*), питающий базовую и коллекторную цепь транзистора *VT3*. Коэффициент усиления (100...300 при полосе пропускания до 3 МГц) стабилизирован цепью внутренней ООС. При необходимости цепь ООС можно отключить, соединив выводы *5* (*9*) и *7* (*11*). В этом случае коэффициент усиления возрастает примерно до 3000, а полоса пропускания сузится до 200 кГц. Приведенное ко входу нормированное напряжение шума при сопротивлении источника сигнала 500 Ом – 2 нВ/Гц.

Линейный усилитель (см. рис. 2.32 д) может быть использован в качестве предварительного в различных радиотехнических устройствах. Диапазон его рабочих частот 0,01...100 кГц при неравномерности АЧХ на краях диапазона не более ±1 дБ. Относи-

тельный уровень шумов превышает 78 дБ. Максимальное неискаженное выходное напряжение – не менее 1,6 В. Коэффициент гармоник при амплитуде выходного сигнала 1 В не превышает 0,2 %. Коэффициент усиления по напряжению можно регулировать в пределах 150...500 (при уменьшении сопротивления подстроечного резистора *R1* он возрастает, а при увеличении снижается). Емкость конденсатора *C5* выбирают в зависимости от требуемой полосы рабочих частот усилителя. Конденсаторы *C2*, *C3* устраняют паразитную связь по цепи питания и являются переходными.

Если объединить два таких устройства, получится стереофонический предварительный усилитель ЗЧ. Чтобы регулировать стереобаланс, между выводами *9* микросхем включают переменный резистор сопротивлением 470 Ом, движок которого соединяют с общим проводом.

Электрические параметры ИМС К538УН3, КР538УН3А,Б при 25±10°С и $U_{и.п.ном}$=6 В

Ток потребления $I_{пот}$, мА, не более 5

Коэффициент усиления по напряжению K_{yU}, при $R_н$=10 кОм, f=1 кГц, $U_{вх}$=1 мВ, не менее

- ИМС К538УН3 50 000
- ИМС КР538УН3А 200...300
- ИМС КР538УН3Б 100...300

Напряжение шумов, приведенное ко входу $U_{ш.вх}$, мВ/Гц, при $R_г$=500 Ом, $R_н$=10 кОм, $U_{вх}$=1 мВ, не более 5

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К538УН3, КР538УН3А,Б

Напряжение питания $U_{и.п}$, В 5...7,5

Входное напряжение $U_{вх}$, В, не более 0,2

Ток нагрузки $I_н$, мА, не более 2

Максимальное выходное напряжение $U_{вых\,max}$, В, при $U_{вх}$=1 мВ, $R_н$=2 кОм, $K_г$=10 %, не менее

- ИМС К538УН3 0,5
- ИМС КР538УН3А 0,5
- ИМС КР538УН3Б 0,3

2.3. СЕРИЯ К548

Серия К548 представляет собой комплект аналоговых ИМС, предназначенных для высококачественной низкочастотной студийной и бытовой радиоэлектронной аппаратуры, а также для усиления малых электрических сигналов от генераторов с низким выходным сопротивлением.

Микросхемы выполнены на биполярных транзисторах с изоляцией диэлектриком.

Состав серии

К548УН1А,Б,В – двухканальный малошумящий усилитель

К548УН3 – малошумящий усилитель для слуховых аппаратов

ИМС К548УН1 выполнены в прямоугольном полимерном корпусе 201.14 – 1 с перпендикулярным расположением выводов, ИМС К548УН3 – в прямоугольном полимерном корпусе 4153.12 – 1 с параллельным расположением выводов.

Номера чертежей корпусов и основные эксплуатационные характеристики микросхем рассматриваемых типов приведены в табл. 2.4.

ИМС К548УН1А, К548УН1Б, К548УН1В (рис. 2.33) представляют собой двухканальный малошумящий усилитель, предназначенный для усиления низкоуровневых сигналов. Работают от однополярного источника питания напряжением от 9 до 30 В, имеют внутреннюю компенсацию и защиту от короткого замыкания. В зависимости от значения шума К548УН1 подразделяются на группы А, Б, В.

Оба предусилителя в схеме абсолютно идентичны, имеют внутренний прецизионный стабилизатор в цепи питания, уменьшающий влияние нестабильности источника питания на 120 дБ и обеспечивающий разделение между каналами в 60 дБ. По сравнению с операционным усилителем ИМС, выполняющая функции пред-

Таблица 2.4

Микросхема	Номинальное напряжение питания, В	Рабочий диапазон температур, °С	Гарантированная наработка на отказ, ч	Гарантированный срок хранения, лет	Количество элементов в корпусе	Номер чертежа корпуса
К548УН1А	12	−45...+70	25 000	12	62	3
КР548УН3	1,3	−10...+70	15 000	10	40	33

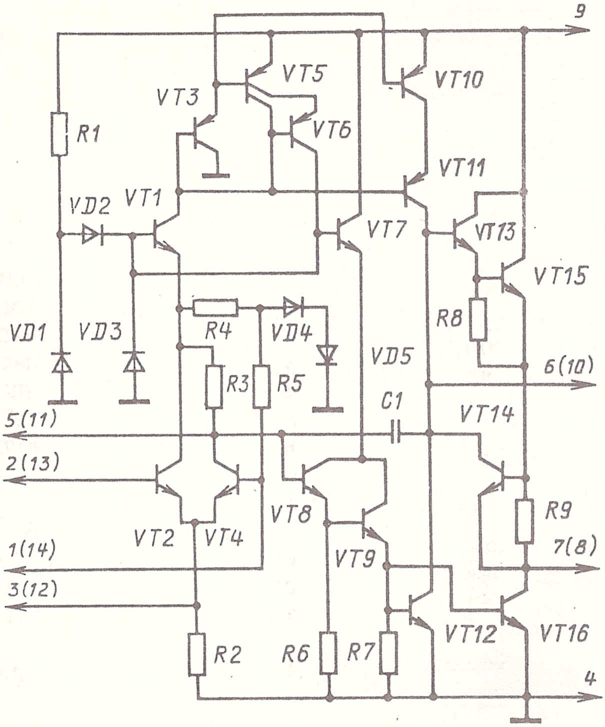


Рис. 2.33 а. Принципиальная схема ИМС К548УН1 (один канал)

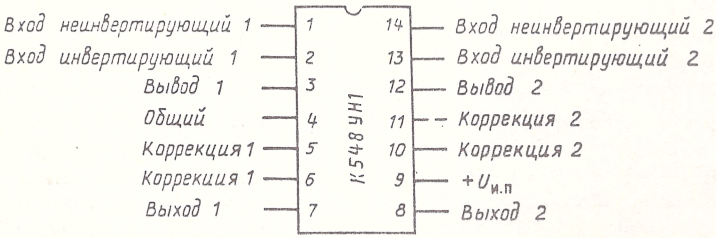


Рис. 2.33 б. Расположение и назначение выводов ИМС К548УН1

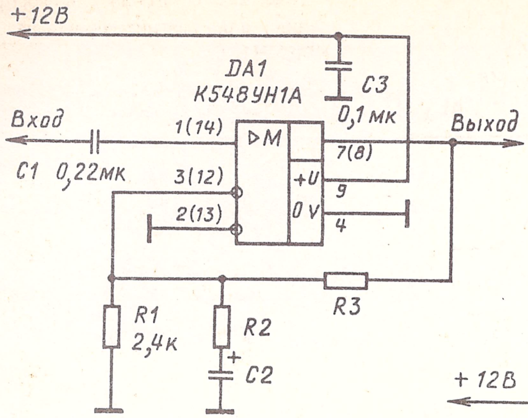


Рис. 2.33 в. Типовая схема включения ИМС К548УН1

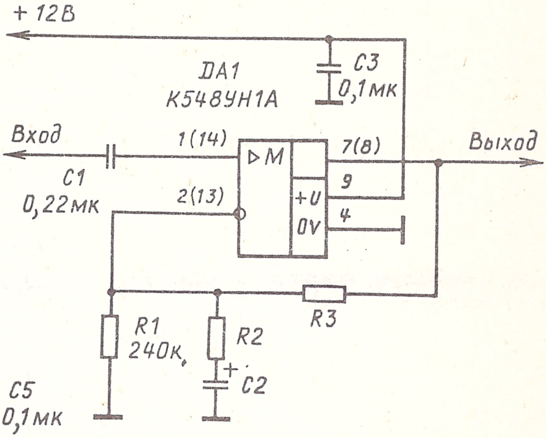


Рис. 2.33 г. Малошумящая схема включения ИМС К548УН1

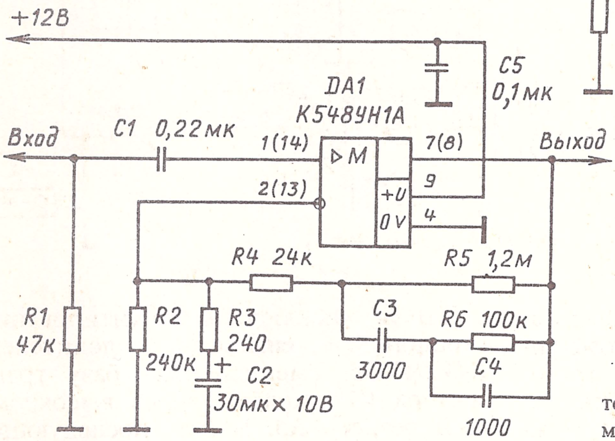


Рис. 2.33 д. Предусилитель-корректор для магнитной головки звукоснимателя на ИМС К548УН1

усилителя, имеет существенно меньший уровень шума, для ее питания требуется однополярный источник напряжением 9...30 В со значительно менее жесткими требованиями к стабильности напряжения и уровню его пульсаций. Кроме того, из-за внутренней коррекции, обеспечивается устойчивость работы усилителей при глубокой отрицательной обратной связи.

Принципиальная схема одного канала усилителя (по схеме он аналогичен микросхеме К538УН1) показана на рис. 2.33 а. Он состоит из входного и предоконечного каскадов усиления напряжения, выходного каскада усиления тока и стабилизатора напряжения питания усилителя.

Входной каскад построен по дифференциальной схеме на транзисторах *VT2*, *VT4*, работающих при ма-

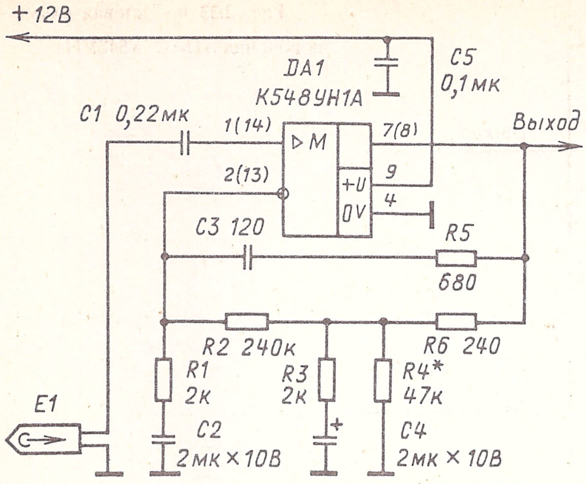


Рис. 2.33 е. Усилитель воспроизведения для магнитофона на ИМС К548УН1

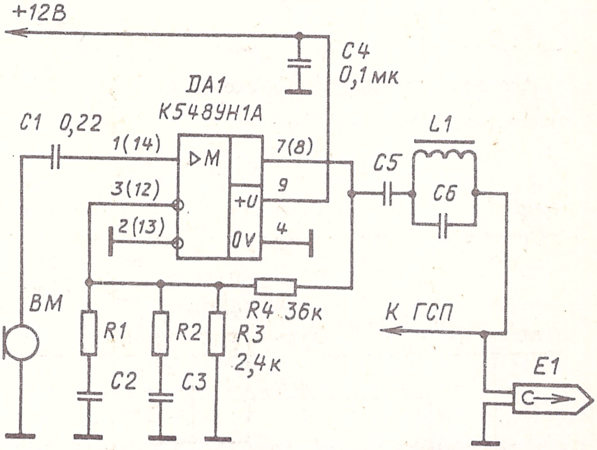


Рис. 2.33 ж. Усилитель записи для магнитофона на ИМС К548УН1

лых коллекторных токах, а следовательно, и с минимальным коэффициентом шума. Причем, если требования к уровню шумов не очень жесткие, то транзисторы *VT2*, *VT4* можно использовать в дифференциальном включении. В этом случае входной сигнал должен поступать на базу транзистора *VT4*, а сигнал обратной связи – на базу *VT2*. Если желательно иметь более низкий уровень шумов – сигнал обратной связи подают в цепь эмиттеров транзисторов *VT2*, *VT4* (выводы *3*, *12*), а базу транзистора *VT2* заземляют. При этом из общего уровня шума исключаются шумы этого транзистора.

Чтобы исключить шунтирование входного сигнала делителем *R4VD4VD5*, смещение на базу транзистора *VT4* подают через высокоомный резистр *R5*. Шумы последующего каскада не влияют на коэффициент шума всего усилителя, если усиление первого каскада достаточно велико. Для этого в коллекторную цепь тразистора *VT4* включена достаточно высокоомная нагрузка – резистор *R3*. Следующий каскад – составной эмиттерный повторитель на транзисторах *VT8*, *VT9* – позволяет сохранить высокое усиление входного дифференциального каскада, так как не шунтирует его высокоомную нагрузку.

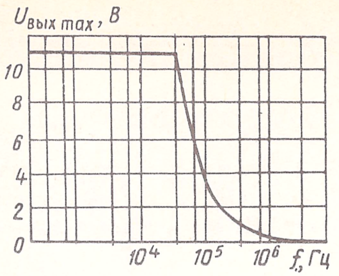


Рис. 2.34 а. Зависимость максимальной амплитуды выходного напряжения от частоты при напряжении питания 13 В и коэффициенте гармоник 10 % для ИМС К548УН1

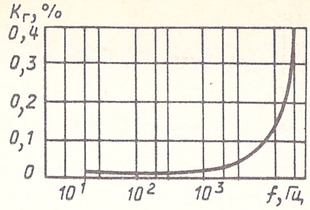


Рис. 2.34 б. Зависимость коэффициента гармонических искажений от частоты для ИМС К548УН1

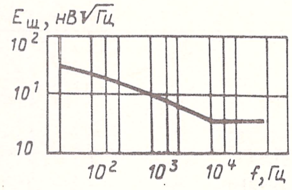


Рис. 2.34 в. Спектральная плотность напряжения собственных шумов усилителя для ИМС К548УН1

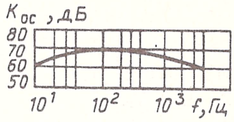


Рис. 2.34 г. Зависимость коэффициента ослабления соседнего канала от частоты для ИМС К548УН1

Далее, с нагрузки эмиттерного повторителя резистора *R7*, сигнал поступает на транзистор *VT12*, включенный по схеме с общим эмиттером. В его коллекторную цепь включена активная нагрузка, состоящая из транзисторов *VT10*, *VT11*. Между коллектором *VT12* и базой *VT8* включена небольшая корректирующая емкость *C1*, придающая устойчивость усилителю при охвате его глубокой ООС. К нагрузке транзистора *VT12* подключен выходной каскад – составной эмиттерный повторитель на *VT13*, *VT15* с активной нагрузкой на *VT16*. На транзисторе *VT14* и резисторе *R9* выполнен узел защиты усилителя от коротких замыканий в цепи нагрузки, ограничивающий выходной ток на уровне 12 мА.

Входные каскады усилителя питаются через внутренний стабилизатор, выполненный на стабилитроне *VD19* и транзисторах *VT1*, *VT5*...*VT7*. Отличие этого стабилизатора от традиционного в том, что ток через стабилитрон *VD19* задается не резистором, как обычно, а через источник тока на транзисторах *VT5*, *VT6*. Такое построение, благодаря большому отношению внутренних сопротивлений источника тока и стабилитрона, позволяет подавить пульсации напряжения питания на 120 дБ. Для дополнительной стабилизации напряжения смещения входного каскада в делитель включены диоды *VD20*, *VD21*.

Предусилитель может использоваться в двух вариантах включения: с дифференциальным входом и одним заземленным входом.

В первом случае (рис. 2.33 в) режим работы входного каскада по постоянному току задается отрицательной обратной связью в виде резисторного делителя *R1R3*, средняя точка которого подключена к неинвертирующему входу предусилителя (вывод *2* или *13*). Чтобы обеспечить стабильность напряжения смещения тока через резистор *R1* должен не менее чем в 10 раз превышать вход-

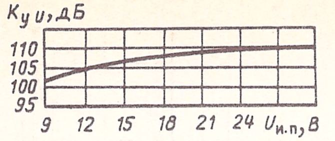


Рис. 2.34 д. Зависимость коэффициента усиления по напряжению от напряжения питания для ИМС К548УН1

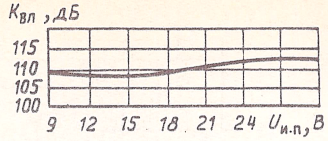


Рис. 2.34 е. Зависимость коэффициента влияния источника питания на выходное напряжение для ИМС К548УН1

ной ток $I_{вх}$, который приблизительно равен 0,5 мкА.

При использовании предусилителя с одним заземленным входом (рис. 2.33 г) инвертирующий вход (вывод *2* или *13*) соединяют с общим проводом, а отрицательная обратная связь поступает на эмиттер входного транзистора (вывод *3* или *12*). Чтобы в данном случае обеспечить стабильность напряжения смещения, ток через резисторный делитель должен, по крайней мере, в пять раз превышать ток из средней точки делителя в эмиттер входного транзистора $I_{ос}$ (ток в цепи обратной связи), который в наихудшем случае не превышает 100 мкА. Зависимости основных параметров ИМС от режимов эксплуатации приведены на рис. 2.34.

Электрические параметры ИМС К548УН1А,Б,В при 25±10°С и $U_{и.п.ном}$=12 В

Ток потребления $I_{пот}$, мА, не более 15

Коэффициент усиления по напряжению K_{yU} при $R_н$=10 кОм, $U_{вых}$=2 В, $f_{вх}$=100 Гц, не менее$5 \cdot 10^4$

Напряжение шумов, приведенное ко входу $U_{ш.вх}$, мкВ, при $R_г$=500 Ом, Δf=0,02...10 кГц, $R_н$=10 кОм, не более

К548УН1А 0,7

К548УН1Б 1

К548УН1В 1,6

Коэффициент гармоник $K_г$, %, при K_{yU}=50, $U_{вых}$=2 В, $R_н$=2 кОм, $f_{вх}$=1 кГц, не более 0,1

Частота единичного усиления $F_{ед}$, МГц при $U_{вх}$=5 мВ, $R_н$=10 кОм, не менее 20

Коэффициент ослабления сигнала соседнего канала $K_{ос.к}$, дБ, при $R_н$=10 кОм, K_{yU}=1000, $f_{вх}$=1 кГц, не менее

К548УН1А 60

К548УН1Б 62

К548УН1В 62

Коэффициент влияния нестабильности источника питания на входной сигнал $K_{ос.и.п}$, дБ, при $f_{вх}$=1 кГц, не менее

К548УН1А 100

К548УН1Б 110

К548УН1В 110

Входное сопротивление $R_{вх}$, кОм (типовое значение) 250

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К548УН1А,Б,В

Напряжение источника питания $U_{и.п}$, В, не более 30

Входное напряжение $U_{вх}$, мВ, не более 300

Максимальная амплитуда импульсов выходного напряжения $U_{вых\ A\ max}$, В, при $U_{и.п}$=12 В, $U_{вых\ пост}$=5 В, $R_н$=5 кОм, $f_{вх}$≤100 Гц, не менее$U_{и.п}-3$

ИМС К548УН3 (рис. 2.35) представляет собой малошумящий усилитель звуковой частоты и предназначен для применения в миниатюрных слуховых аппаратах. В его состав входит предварительный усилитель *А1* и выходной усилитель мощности *А2*. Предварительный усилитель выполнен на основе дифференциального усилителя, выходной усилитель мощности содержит двухтактный выходной каскад.

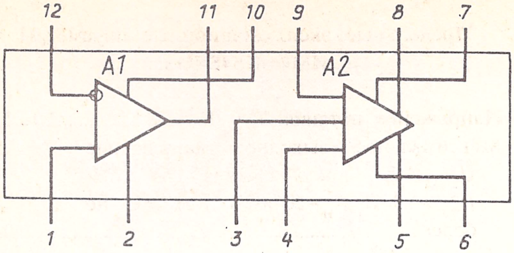


Рис. 2.35 а. Структурная схема ИМС К548УН3

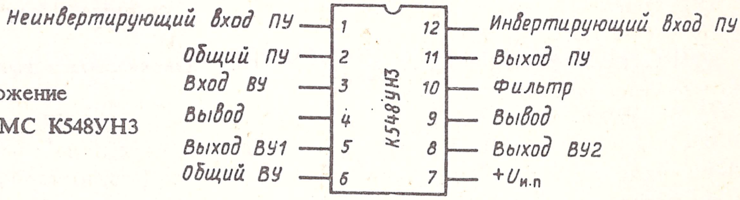


Рис. 2.35 б. Расположение и назначение выводов ИМС К548УН3

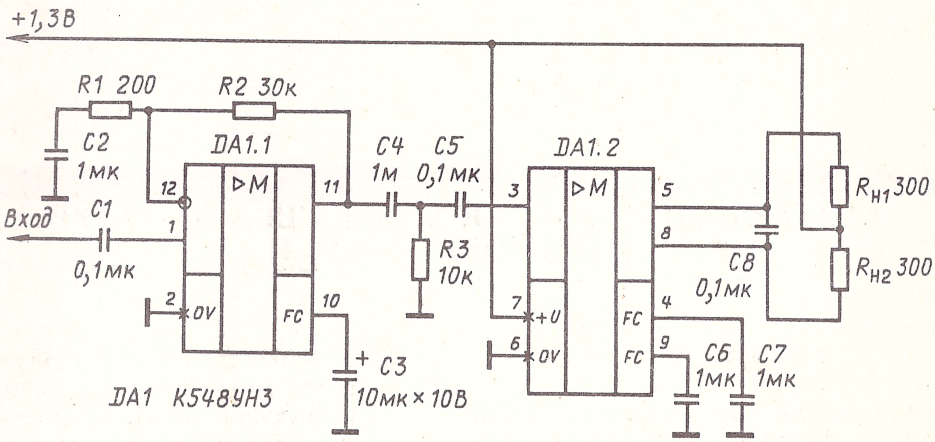


Рис. 2.35 в. Типовая схема включения ИМС К548УН3

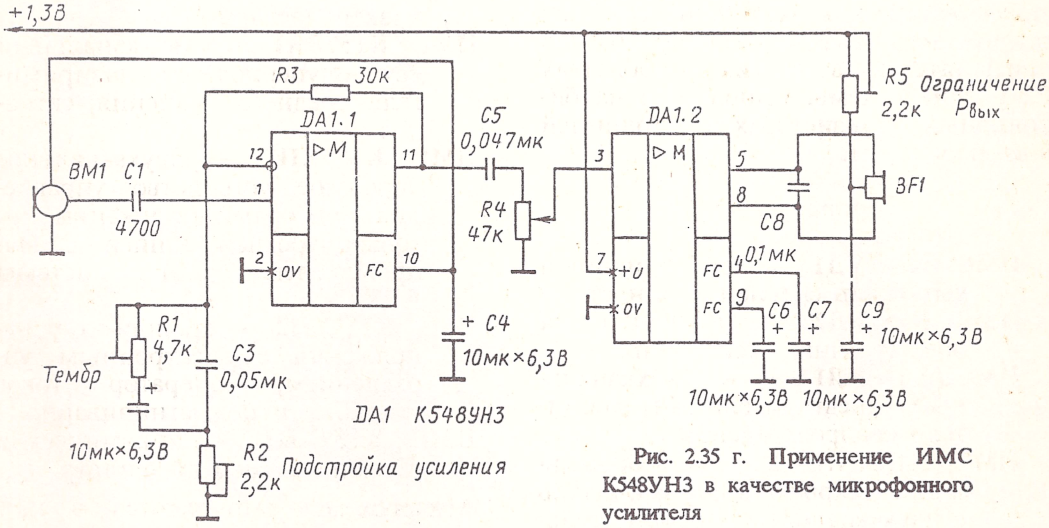


Рис. 2.35 г. Применение ИМС К548УН3 в качестве микрофонного усилителя

Электрические параметры ИМС К548УН3 при 25±10°С и $U_{и.п.ном}$=+1,3 В

Ток поотребления $I_{пот}$, мА, при $R_н$=600 Ом, не более 2

Коэффициент усиления по напряжению K_{yU} при $R_н$=600 Ом, $U_{вых}$=0,2 В, не менее $4 \cdot 10^3$

Напряжение шумов предусилителя *А1*, приведенное ко входу $U_{ш.вх}$, мкВ, при $R_г$=2 кОм, Δf=0,1...5 кГц, не более 1,5

Коэффициент усиления по напряжению предусилителя *А1* K_{yU} при $R_н$=20 кОм и f=1 кГц, не менее 100

Коэффициент усиления по напряжению выходного усилителя *А2* $K_{yU\,2}$ при $R_н$=600 Ом и f=1 кГц 50...150

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К548УН3

Напряжение питания $U_{и.п}$, В 1,1...1,5

Максимальное выходное напряжение $U_{вых}$, В, предусилителя *А1* при $U_{и.п}$=1,3 В, $R_н$=20 кОм, f=1 кГц, не более 0,2

Коэффициент гармоник $K_{г\,1}$, %, предусилителя *А1* при $U_{вых\,max\,1}$, не более 17

Максимальное выходное напряжение $U_{вых\,max\,2}$, В, выходного усилителя *А2* при $U_{и.п}$=1,3 В, $R_н$=600 Ом, f=1 кГц, не менее 0,6

Коэффициент гармоник $K_{г\,2}$, %, выходного усилителя при $U_{вых\,max}$, не более 10

Глава 3

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ МИКРОСХЕМЫ ДЛЯ АППАРАТУРЫ МАГНИТНОЙ ЗАПИСИ

3.1. СЕРИЯ К157

Серия К157 представляет собой комплект функционально сопряженных микросхем, разработанных для стереофонических катушечных и кассетных магнитофонов, но их можно применять и в других устройствах РЭА. Микросхемы выполнены на биполярных транзисторах с изоляцией *p-n* – переходом.

Состав серии

ИМС К157УД1 – операционный усилитель средней мощности

ИМС К157УД2 – двухканальный операционный усилитель

ИМС К157УЛ1А,Б – двухканальный предварительный усилитель воспроизведения

ИМС К157УП1А,Б – двухканальный микрофонный усилитель с двухканальным предварительным усилителем записи

ИМС К157УП2А,Б – двухканальный микрофонный усилитель с двухканальным предварительным усилителем записи

ИМС К157УН1А,Б – усилитель низкой частоты

ИМС К157ДА1 – двухканальный двухполупериодный выпрямитель среднего значения сигналов

ИМС К157ХП1 – двухканальное пороговое устройство управления приборами индикации пиковых уровней записи с выпрямителем для системы АРУЗ

ИМС К157ХП2 – стабилизатор напряжения с электронным управлением; генератор токов стирания и подмагничивания

ИМС К157ХП3 – динамический шумопонижающий фильтр.

Микросхемы выпускаются в прямоугольных полимерных корпусах с

Таблица 3.1

Микросхема	Напряжение питания, В	Диапазон рабочих температур, °С	Гарантированная наработка на отказ, ч	Гарантированный срок хранения, лет	Количество элементов в корпусе	Тип корпуса	Номер чертежа корпуса
К157УД1	±15±1,5	−25...+70	10 000	6	44	201.9 – 1	1
К157УД2	±15±1,5	−25...+70	15 000	10	53	201.14 – 1	3
К157УЛ1А,Б	+ 9±0,9	−25...+70	15 000	10	52	201.14 – 1	3
К157УП1А,Б	+12±1,2	−25...+70	15 000	10	63	201.14 – 1	3
К157УП2А,Б	+12±1,2	−25...+70	15 000	10	63	201.14 – 1	3
К157УН1А,Б	+12±1,2	−25...+70	15 000	10	23	201.14 – 1	3
К157ДА1	±15±1,5	−25...+70	15 000	10	63	201.14 – 1	3
К157ХП1	+15±1,5	−25...+70	15 000	10	89	201.14 – 1	3
К157ХП2	–	−25...+70	15 000	10	52	201.14 – 1	3
К157ХП3	±15±1,5	−25...+70	15 000	10	*)	2120.24 – 3	28

* Данными авторы не располагают

перпендикулярным расположением выводов.

Номера чертежей корпусов и основные эксплуатационные характеристики микросхем приведены в табл. 3.1.

ИМС К157УД1 (рис. 3.1) представляет собой универсальный операционный усилитель (ОУ) средней мощности с максимальным выходным током 300 мА, разработанный для аппаратуры магнитной записи и воспроизведения звука. Применение ряда конструктивно-технических и схемотехнических приемов позволило отодвинуть верхнюю частоту эффективной работы этого ОУ до 100 кГц, а отсутствие внутренней коррекции – расширить область применения.

В дифференциальном усилителе для уменьшения входных токов использовано составное включение транзисторов (*VT1*, *VT3* и *VT9*, *VT7*). Высокое усиление каскада обеспечивается динамической нагрузкой на транзисторах *VT4*, *VT6*. Благодаря применению во входном каскаде транзисторов структуры *p-n-p* нет необходимости принимать специальные меры по защите входа от высоких уровней входных дифференциальных напряжений в режиме перегрузки (соизмеримых с напряжением питания).

Коллекторные токи транзисторов *VT3*, *VT7* равны 150 мкА и заданы генератором тока на *VT5*. Ток смещения транзисторов *VT1*, *VT9* равен примерно 11 мкА.

Промежуточный каскад – усилитель напряжения – выполнен на транзисторах *VT15*, *VT17*, включенных соответственно по схеме с общим коллектором и общим эмиттером с динамической нагрузкой, образованной генератором тока на *VT16*. Режим работы эмиттерного повторителя (*VT15*) выбран таким, чтобы нагрузка обоих плеч дифференциального усилителя была одинаковой.

Усилитель мощности – двухтактный. Сигналы положительной полярности усиливаются по току транзисторами *VT19*, *VT25*, *VT27*, включенными по схеме эмиттерного повторителя, отрицательной полярности – транзисторами *VT22*, *VT26*, *VT28*, эквивалентными *p-n-p* транзистору.

Высокая линейность каскада при усилении малых уровней выходного сигнала достигнута подачей начального смещения, выделяющегося на эмиттерных переходах транзисторов *VT19*, *VT20*, *VT21* и резисторе *R7*, между базами транзисторов усилителя мощности. Начальный ток через выходные транзисторы *VT27*, *VT28* при выбранной площади эмиттеров

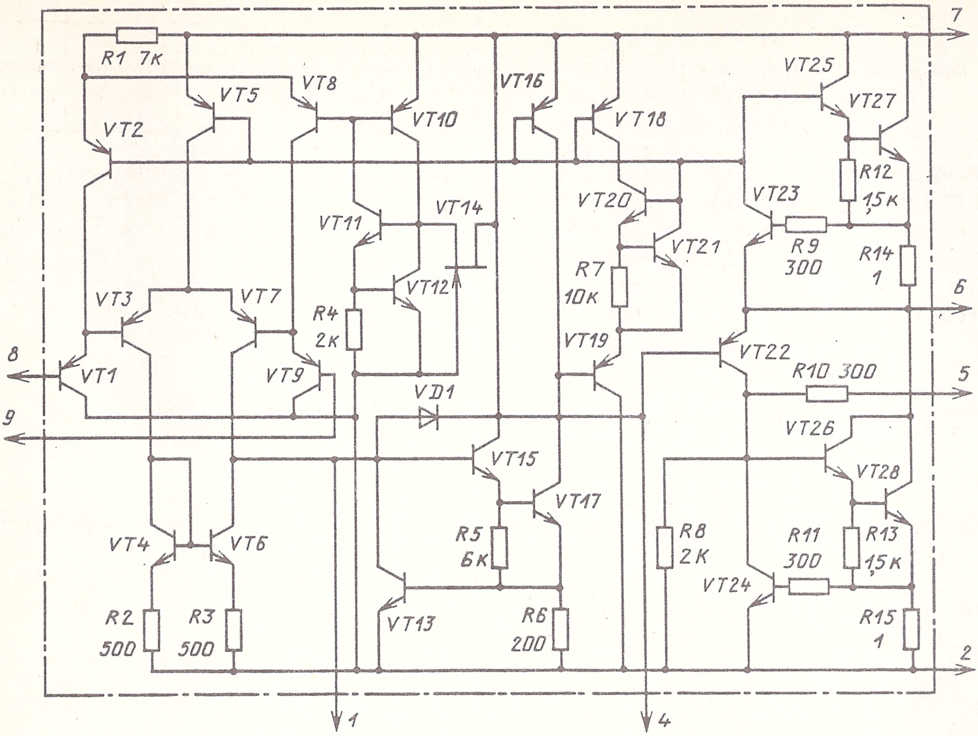


Рис. 3.1 а. Принципиальная схема ИМС К157УД1

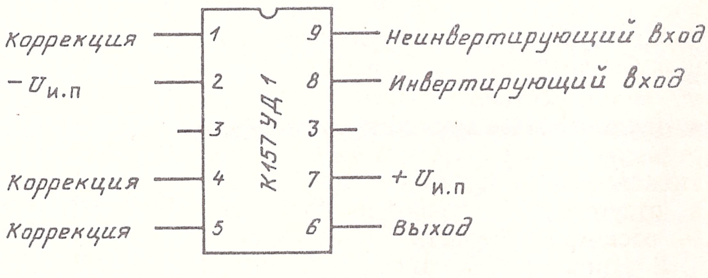


Рис. 3.1 б. Назначение выводов ИМС К157УД1

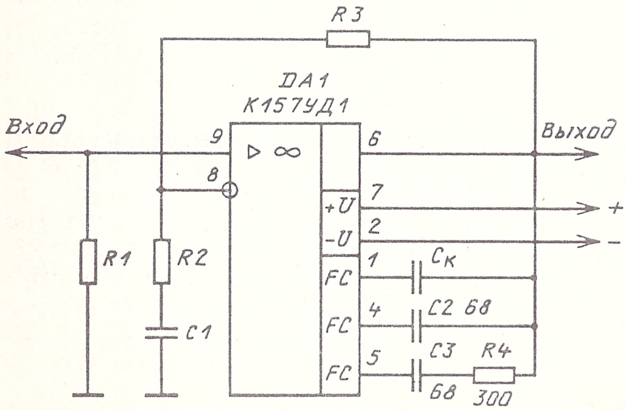


Рис. 3.1 в. Типовая схема включения ИМС К157УД1

транзисторов микросхемы определяется резисторами *R12*, *R13*.

Чтобы предотвратить выход ИМС из строя при переходных процессах или кратковременном коротком замыкании на выходе, в ОУ предусмотрено ограничение максимального импульса тока на уровне 0,4...1 А. Это достигнуто шунтированием базовой цепи транзистора *VT25* переходом коллектор-эмиттер транзистора *VT23*, который открывается при падении напряжения на резисторе *R14* выше допустимого. Аналогично происходит и ограничение импульса тока отрицательной полярности.

При падении напряжения на резисторе *R15* достаточным для открывания транзистора *VT24*, последний шунтирует базовую цепь транзистора *VT26*. Ток, протекающий через *VT24*, определяется транзистором *VT22*, коэффициент усиления которого резко уменьшается при больших коллекторных токах, что также способствует ограничению импульса тока на выходе ОУ. Резисторы *R9*, *R11* предотвращают самовозбуждение ОУ в режиме ограничения на частотах УКВ диапазона.

Транзистор *VT13* также является защитным: при чрезмерном увеличении падения напряжения на резисторе *R6* он открывается и шунтирует вход транзистора *VT15*, предотвращая перегрузку *VT15* и *VT17*. Диод *VD1* устраняет насыщение транзистора *VT17*, улучшая работу каскада на высоких частотах при максимальном выходном напряжении.

Генераторы тока на транзисторах *VT2*, *VT5*, *VT8*, *VT16*, *VT18* получают смещение от *VT10* в диодном включении, который возбуждается стабилизированным током, задаваемым транзисторами *VT11*, *VT12*, *VT14* и резистором *R4*.

Чтобы повысить устойчивость ИМС при работе с различными нагрузками рекомендуется, кроме основной коррекции, подключаемой между выводами *1 – 4* или *1 – 5*, и соединения выводов *2* и *7* через конденсаторы вблизи корпуса микросхемы с общим проводом устройства, подключать дополнительную *RC*-цепь между выводами *4* и *5*.

Операционный усилитель можно использовать в самых разнообразных узлах радиоэлектронной аппаратуры: предварительных усилителях мощности, усилителях ЗЧ для стереотелефонов, генераторах с рабочей частотой до 100 кГц, всевозможных исполнительных устройствах.

Зависимости основных параметров

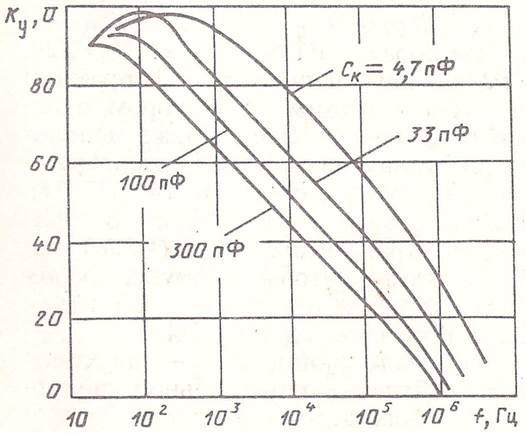


Рис. 3.2 а. Зависимость коэффициента усиления от частоты усиливаемого сигнала для ИМС К157УД1

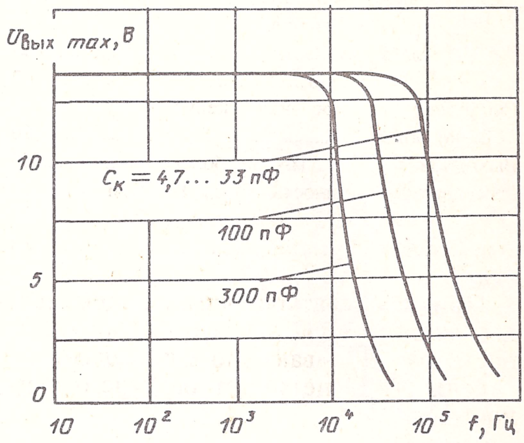


Рис. 3.2 б. Зависимость максимальной амплитуды выходного напряжения от частоты усиливаемого сигнала для ИМС К157УД1

ИМС от режимов эксплуатации приведены на рис. 3.2.

Электрические параметры ИМС К157УД1 при 25±10°С и $U_{и.п.ном}$=±15 В

Коэффициент усиления по напряжению K_{yU} при $R_н$=200 Ом и f=0...50 Гц, не менее ... 50 000
Максимальное выходное напряжение $U_{вых\,max}$, В, не менее ... ±12
Напряжение смещения $U_{см}$, мВ, не более ... ±5
Входной ток $I_{вх}$, нА, не более ... 500
Коэффициент ослабления синфазного входного напряжения $K_{ос.сф}$, дБ, не менее ... 70
Частота среза $f_{ср}$, мГц, не менее ... 0,5
Скорость нарастания выходного напряжения $V_{Uвых}$, В/мкс, не менее ... 0,5
Температурный дрейф $\alpha U_{вых}$, мкВ/°С, не более ... ±50

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К157УД1

Напряжение питания $U_{и.п}$, В, при $R_н$=200 Ом
минимальное ... ±3
максимальное ... ±20
Ток потребления $I_{пот}$, мА, при $R_н$=200 Ом, $U_{и.п}$=±18 В, не более ... 10
Ток короткого замыкания $I_{к.з}$, мА, при $R_н$=0, $U_{и.п}$=±5 В ... 400...1000
Максимальное выходное напряжение $U_{вых\,max}$, В, не менее,
при $U_{и.п}$±18 ... ±15
± 3 ... ±1,2
Синфазное входное напряжение $U_{с.ф}$, В, не более ... ±20
Выходной ток $I_{вых}$, мА, не более ... 300
Рассеиваемая мощность $P_{расс}$, Вт, при $t_{окр.ср}$=−25...+25°С, без теплоотвода, не более ... 0,5

При температуре окружающей среды выше +25°С рассеиваемую мощность рассчитывают по формулам:

если ИМС не имеет внешнего теплоотвода

$$P_{расс} = \frac{125-t_{окр.ср}}{200},$$

если есть внешний теплоотвод и температура теплоотводящих выводов $t_т$,

$$P_{расс} = \frac{125-t_{окр.ср.}}{250} + \frac{125-t_т}{150}.$$

ИМС К157УД2 (рис. 3.3) представляет собой двухканальный ОУ универсального назначения, обладающий низким уровнем собственных шумов (типовое значение напряжения шумов, приведенных ко входу ОУ, составляет 1,6 мкВ в полосе частот 20...20 000 Гц при сопротивлении источника сигнала равном 0. Операционный усилитель допускает большой диапазон входных дифференциальных напряжений, имеет защиту от коротких замыканий на выходе.

Входной каскад выполнен по дифференциальной схеме на транзисторах *VT6*, *VT15* (*VT7*, *VT16*) с горизонтальной *p-n-p* структурой. Чтобы получить максимальное усиление, использована динамическая нагрузка в виде отражателя тока на *VT8*, *VT13* (*VT9*, *VT14*) обеспечивающая также переход к несимметричной нагрузке. Коллекторные токи *VT6*, *VT15* (*VT7*, *VT16*) 10...12 мкА заданы генератором тока на транзисторе *VT11* (*VT12*) и резисторе *R2* (*R3*).

Промежуточный каскад – усилитель напряжения – выполнен на транзисторах *VT19*, *VT21* (*VT20*, *VT22*), включенных соответственно по схеме с общим коллектором и общим эмиттером. Здесь также используется динамическая нагрузка, образованная транзистором *VT23* (*VT24*). Режим работы эмиттерного повторителя на транзисторе *VT19* (*VT20*) выбран таким, чтобы нагрузка обоих плеч дифференциального усилителя была примерно одинаковой.

Усилитель мощности – двухтактный. Сигнал положительной полярности поступает на выход ОУ через *VT26*, *VT37* (*VT31*, *VT40*), отрицательный – через *VT27*, *VT38* (*VT29*, *VT39*), включенные по схеме эмит-

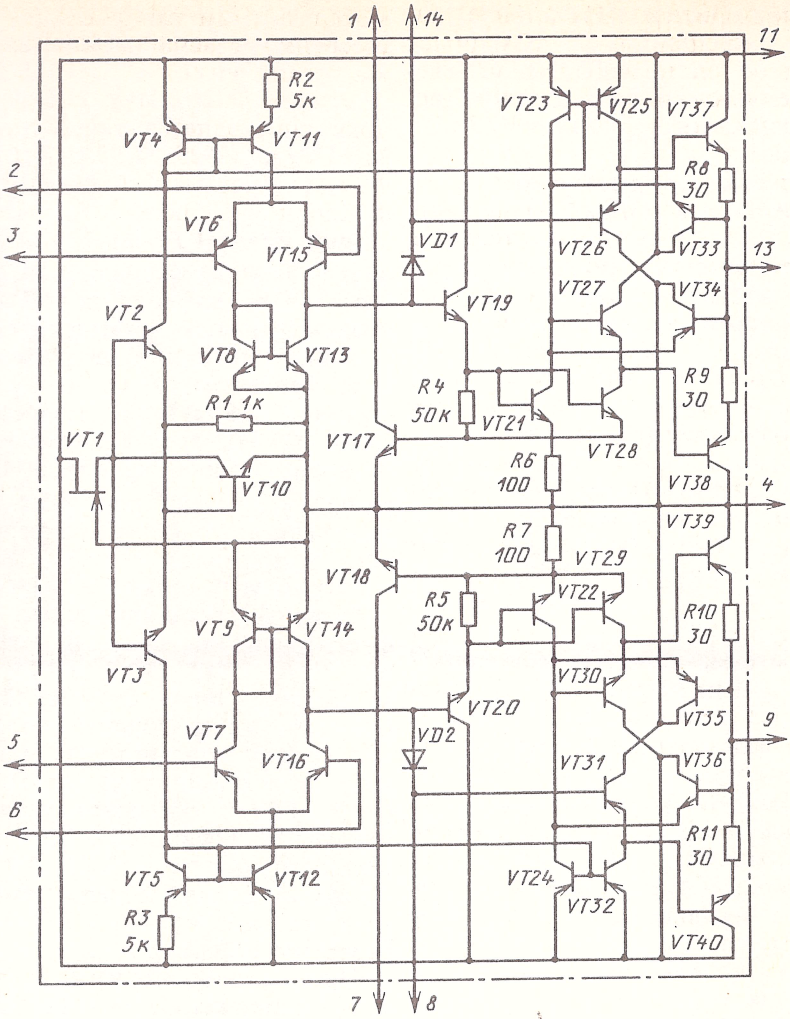


Рис. 3.3 а. Принципиальная схема ИМС К157УД2

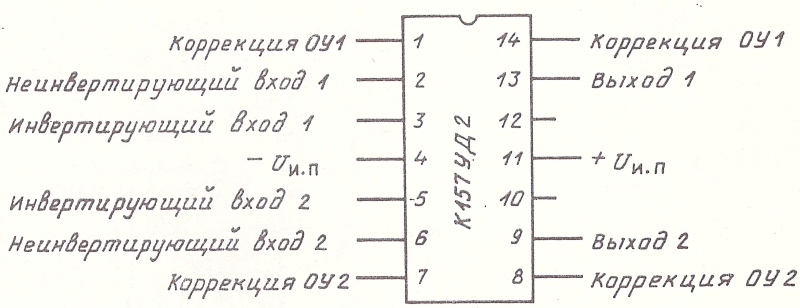


Рис. 3.3 б. Назначение выводов ИМС К157УД2

терного повторителя. Начальное напряжение смещения, необходимое для уменьшения переходных искажений, выделяется на эмиттерном переходе транзисторов *VT26* (*VT31*) и *VT27* (*VT30*).

В усилителе мощности предусмотрена защита от короткого замыкания на выходе как при положительной, так и отрицательной полярности выходного сигнала. При возрастании выходного тока увеличивается падение напряжения на резисторах *R8* (*R11*) и *R9* (*R10*), из-за чего выход усилителя напряжения – коллектор транзистора *VT21* (*VT22*) – шунтируется низким сопротивлением открытых *VT34* (*VT35*) при сигнале положительной полярности или *VT33* (*VT36*) при сигнале отрицательной полярности, а следовательно, и ограничивается ток.

Транзистор *VT17* (*VT18*) предотвращает перегрузку *VT19*, *VT21*, *VT27*, *VT28* (*VT20*, *VT22*, *VT29*, *VT30*) при большом уровне входного сигнала. Этот транзистор открывается при увеличении падения напряжения на резисторе *R6* (*R7*) и шунтирует вход транзистора *VT19* (*VT20*). Диод *VD1* (*VD2*) устраняет насыщение транзистора *VT21* (*VT22*) и улучшает работу каскада на высоких частотах при максимальном выходном напряжении (особенно в начальной области режима ограничения).

Режим работы ОУ по постоянному току определяется генераторами тока на *VT11*, *VT23*, *VT25*, (*VT12*, *VT24*, *VT32*), управляемых через *VT4* (*VT5*) в диодном включении током транзистора *VT2* (*VT3*), который, в свою очередь, возбуждается от общего для обоих каналов устройства стабилизации режима, выполненного на транзисторах *VT1*, *VT10* и резисторе *R1*.

Чтобы каждый из ОУ с замкнутой петлей ООС работал устойчиво, к соответствующим выводам (*1*, *14* или *7*, *8*) ИМС подключают корректирующие конденсаторы. Емкость конденсатора зависит от глубины обратной связи. Допускается подключать корректирующие конденсаторы также и между другими выводами, например, между *1* и *13* (*7* и *9*) или выводом *1* (*7*) и общим проводом двухполярного источника питания. При значительной длине проводов, подводящих напряжение питания к выводам *11* и *4*, следует устанавливать дополнительный блокирующий конденсатор. ИМС можно использовать в самых разнообразных устройствах низкочастотной стереофонической аппаратуры.

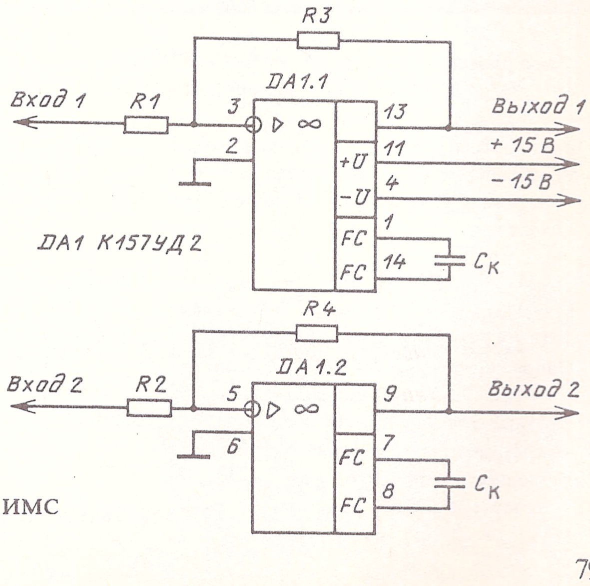


Рис. 3.3 в. Типовая схема включения ИМС К157УД2

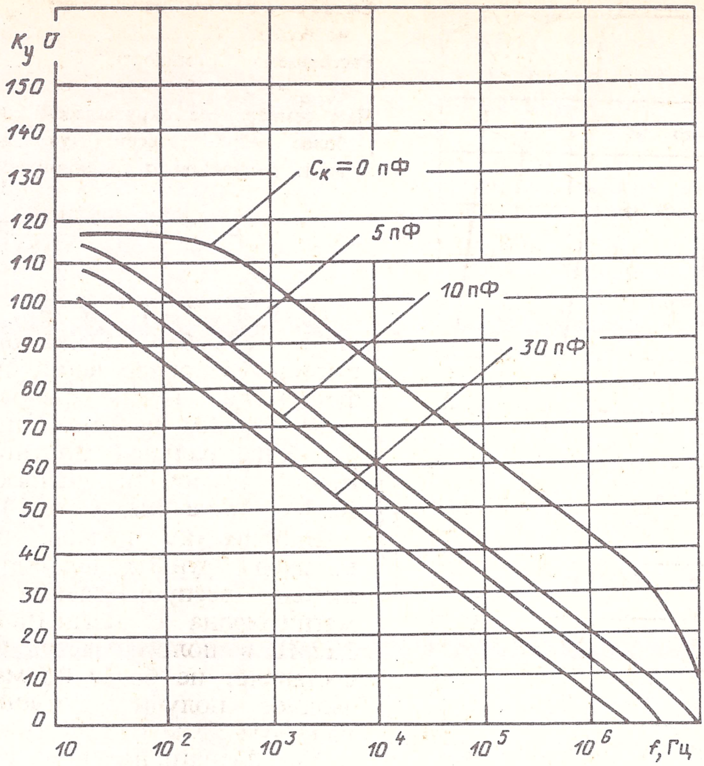


Рис. 3.4 а. Зависимость коэффициента усиления от частоты усиливаемого сигнала для ИМС К157УД2

Зависимости основных параметров ИМС от режимов эксплуатации приведены на рис. 3.4.

Электрические параметры ИМС К157УД2 при 25±10°С и $U_{и.п.ном}$=±15 В

Ток потребления $I_{пот}$, мА, не более 7

Коэффициент усиления по напряжению K_{yU} при $R_н$=200 Ом, не менее, при частоте:

- 0...50 Гц 50 000
- 20 кГц 300...800

Максимальное выходное напряжение $U_{вых\ max}$, В, не менее ±13

Напряжение смещения $U_{см}$, мВ, не более ±10

Входной ток $I_{вх}$, нА, не более 500

Коэффициент ослабления синфазного входного напряжения $K_{ос.сф}$, дБ, не менее 70

Частота среза $f_{ср}$, МГц, не менее 1

Скорость нарастания выходного напряжения $V_{U вых}$, В/мкс, не менее 0,5

Температурный дрейф $\alpha U_{вых}$, мкВ/°С, не более ±50

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К157УД2

Напряжение питания $U_{и.п}$, В, при $R_н$=200 Ом:

- минимальное ±3
- максимальное ±18

Ток потребления $I_{пот}$, мА, при $R_н$=200 Ом и $U_{и.п}$=±18 В, не более 9

Ток короткого замыкания $I_{к.з}$ мА, при $R_н$=0 и $U_{и.п}$=±15 В, не более 45

Максимальное входное напряжение $U_{вых\ max}$, В, не менее, при $U_{и.п}$

- ±18 В ±15,5
- ± 3 В ±1,8

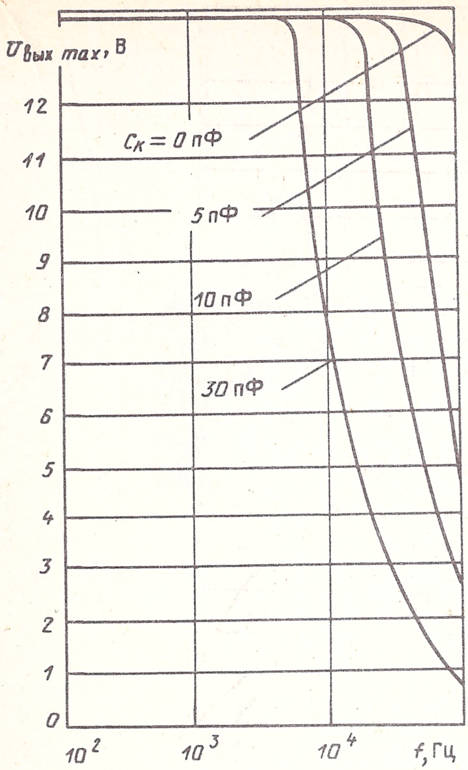


Рис. 3.4 б. Зависимость максимальной амплитуды выходного напряжения от частоты усиливаемого сигнала для ИМС К157УД2

Синфазное входное напряжение $U_{сф}$, В, не более ±18

Рассеиваемая мощность $P_{расс}$, при $t_{окр.ср} = -25...+25$°С, Вт, не более 0,5

При температуре окружающей среды более +25°С рассеиваемую мощность рассчитывают по формуле:

$$P_{расс} = \frac{125 - t_{окр.ср}}{220}$$

ИМС К157УЛ1А,Б (рис. 3.5) представляют собой двухканальный усилитель воспроизведения для стереофонических магнитофонов, обладающий низким уровнем шумов типа $1/f$. Спектральная плотность напряжения шумов в диапазоне частот 10...100 Гц не превышает 4 нВ/$\sqrt{Гц}$.

Напряжение шумов, приведенное ко входу функционального узла усилителя воспроизведения кассетного магнитофона с магнитной головкой 3Д24Н в полосе частот 0,02...20 кГц, составляет не более 0,5 мкВ, что позволяет получить отношение сигнал/шум не менее 54 дБ.

На функциональной схеме ИМС показаны: *A1*, *A4* – входной каскад, *A5*, *A6* – каскад основного усиления, *A7*, *A8* – выходной каскад, *A2*, *A3* – стабилизатор режима, задающий и

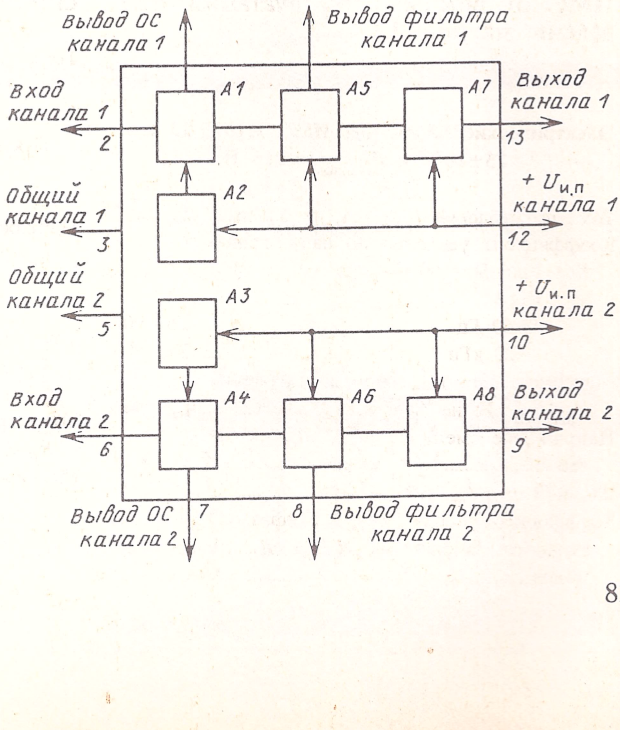


Рис. 3.5 а. Функциональная схема ИМС К157УЛ1А,Б

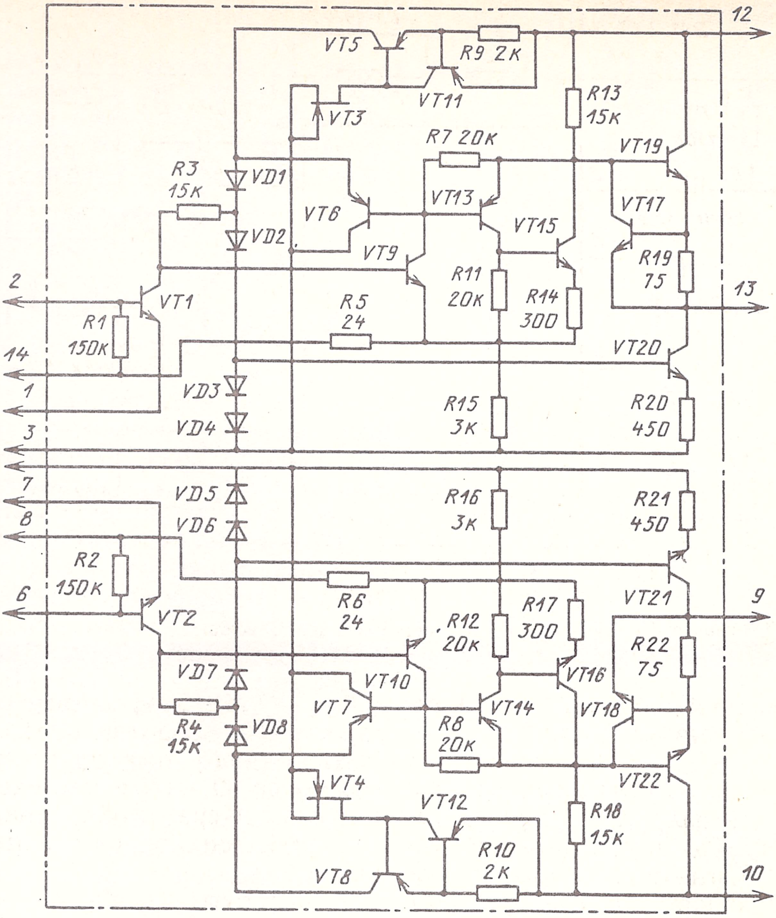


Рис. 3.5 б. Принципиальная схема ИМС К157УЛ1А.Б

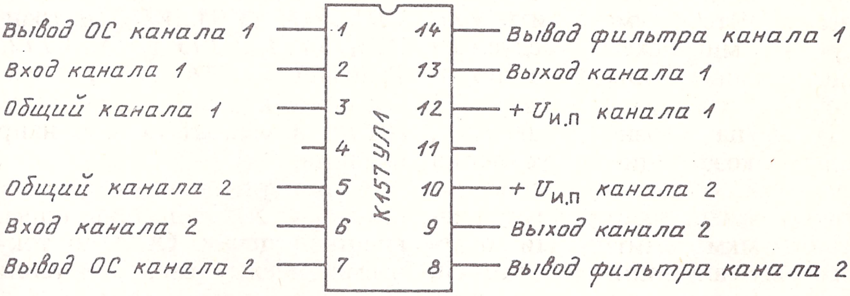


Рис. 3.5 в. Назначение выводов ИМС К157УЛ1А.Б

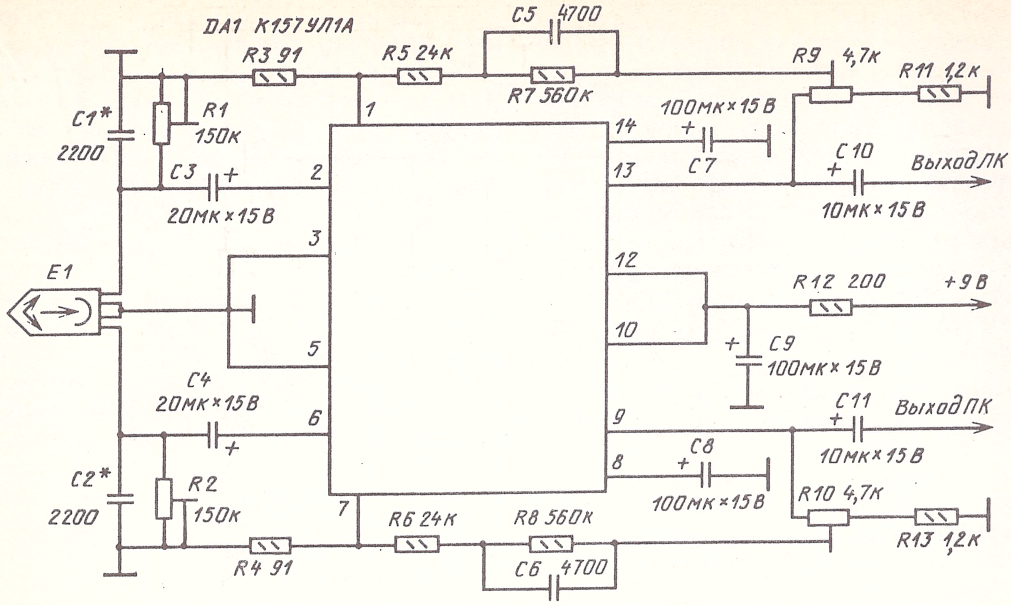


Рис. 3.5 г. Типовая схема двухканального предварительного усилителя воспроизведения на ИМС К157УЛ1А,Б

поддерживающий режим входного каскада по постоянному току.

Входной каскад с коэффициентом усиления около 30 оптимизирован по отношению сигнал/шум в полосе частот 0,02...20 кГц при его работе совместно с магнитной головкой. Он состоит из одного транзистора *VT1* (*VT2*), включенного по схеме с общим эмиттером и резистивной нагрузкой. Отрицательная обратная связь по постоянному току, которой охвачены транзисторы *VT1* (*VT2*) и *VT9* (*VT10*) через резисторы *R1*, *R5* (*R2*, *R6*), стабилизирует режим входного каскада. Чтобы уменьшить уровень шумов в микросхеме предусмотрены специальные меры, в частности коллекторный ток транзистора *VT1* (*VT2*) задан на уровне 50...60 мкА, статический коэффициент усиления по току базы составляет не менее 150, эмиттер имеет форму круга диаметром 100 мкм, эмиттерный переход перекрыт алюминиевой шиной, выводы базы расположены с двух сторон эмиттера.

В основной каскад усиления входят транзисторы *VT9*, *VT13*, *VT15* (*VT10*, *VT14*, *VT16*), коэффициент усиления около 400. Благодаря уменьшению коллекторного тока транзистора *VT9* (*VT10*) до 30 мкА и увеличению площади эмиттера удалось снижать уровень собственных шумов этого каскада.

На выходе усилителя включен эмиттерный повторитель с динамической нагрузкой – транзисторы *VT19*, *VT20* (*VT22*, *VT21*) – и защита от короткого замыкания по выходу на *VT17* (*VT18*).

Стабилизируют режим входного каскада основного усилителя диоды *VD1...VD4* (*VD5...VD8*) и транзисторы *VT5*, *VT11*, *VT13* (*VT8*, *VT12*, *VT14*). Транзистор *VT6* (*VT7*) служит для предотвращения насыщения *VT9* (*VT10*) в момент подачи напряжения питания.

Амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) усилителя определяется внешней цепью ООС по току, включаемой между выходом усилителя и эмиттером транзистора *VT1* (*VT2*), а коэффициент усиления – сопротивлением внешнего резистора, включаемого между выводами *1* (*7*) и *3* (*5*).

Чтобы устранить ООС по переменному току во входном усилителе и получить максимальное усиление в каскаде основного усиления, между выводами *14* (*8*) и *3* (*5*) включает конденсатор большой емкости. Для устойчивой работы усилителя с магнитной головкой на входе между выводами *2* (*6*) и *3* (*5*) также необходимо установить конденсатор. Его емкость определяется индуктивностью магнитной головки и требуемой формой АЧХ.

Электрические параметры ИМС К157УЛ1А, К157УЛ1Б при 25±10°С и $U_{и.п.ном}$=9 В

Ток потребления $I_{пот}$ (по двум каналам), мА, не более 3...6
Коэффициент усиления по напряжению K_{yU} при f=0,02...20 кГц без ООС, не менее 8000...13000
Входное сопротивление $R_{вх}$, кОм, не менее 60
Выходное сопротивление $R_{вых}$, Ом, не более 300
Коэффициент гармоник $K_г$, %, при $U_{вых}$=1 В, f=400 Гц, не более 0,2
Коэффициент ослабления соседнего канала, дБ, не менее 70
Напряжение шумов, приведенное ко входу $U_{ш.вх}$, мкВ, при f=0,02...20 кГц, $R_{ист}$=10 Ом, $\tau_{НЧ}$=3180 мкс, $\tau_{ВЧ}$=70 мкс, не более:
К157УЛ1А 0,3
К157УЛ1Б 0,6...1,0

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К157УЛ1А, К157УЛ1Б

Напряжение питания $U_{и.п}$, В,
минимальное 8,1
максимальное 20
Выходной ток $I_{вых}$, мА, не более 5
Входной ток $I_{вх}$, мА, не более 1
Рассеиваемая мощность $P_{расс}$, мВт, не более 250

ИМС К157УП1, К157УП2 (рис. 3.6) представляют собой две модификации двухканального микрофонного усилителя, конструктивно совмещенного с двухканальным предварительным усилителем записи. Оба усилителя имеют малый уровень собственных шумов и обеспечивают усиление сигналов 160 мкВ...10 мВ, подводимых соответственно к входу микрофонного и предварительного усилителя, до стандартного уровня на линейном выходе магнитофона (250 мВ).

ИМС К157УП1 и К157УП2 выполнены на одинаковых кристаллах, но по-разному подключенных к внешним выводам. По электрическим параметрам К157УП1 и К157УП2 совершенно идентичны.

ИМС предназначены для применения в высококачественной аппаратуре магнитной записи и другой низкочастотной стереофонической аппаратуре (УЗЧ, электрофонах и т. п.). Высокая перегрузочная способность (по микрофонному входу свыше 36 дБ, по входу предварительного усилителя записи – 16 дБ) позволяет использовать ИМС в ЗЧ трактах с автоматической регулировкой усиления.

На функциональной схеме показаны (в скобках дана нумерация выводов для ИС К157УП2): *A1*, *A2* – микрофонные усилители, *A3*, *A4* – предварительные усилителя записи.

ИМС К157УП1 отличается от К157УП2 тем, что первая требует применения регулирующих элементов АРУ (транзисторы *VT1*, *VT2*), управляемых положительным напряжением, а вторая – отрицательным. Микросхемы отличаются также и цоколевкой (нумерация выводов для К157УП2 на схеме указана в скобках).

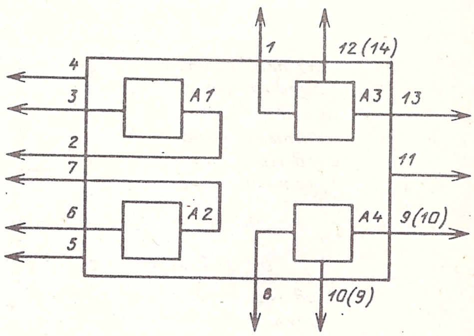


Рис. 3.6 а. Функциональная схема ИМС К157УП1 (К157УП2)

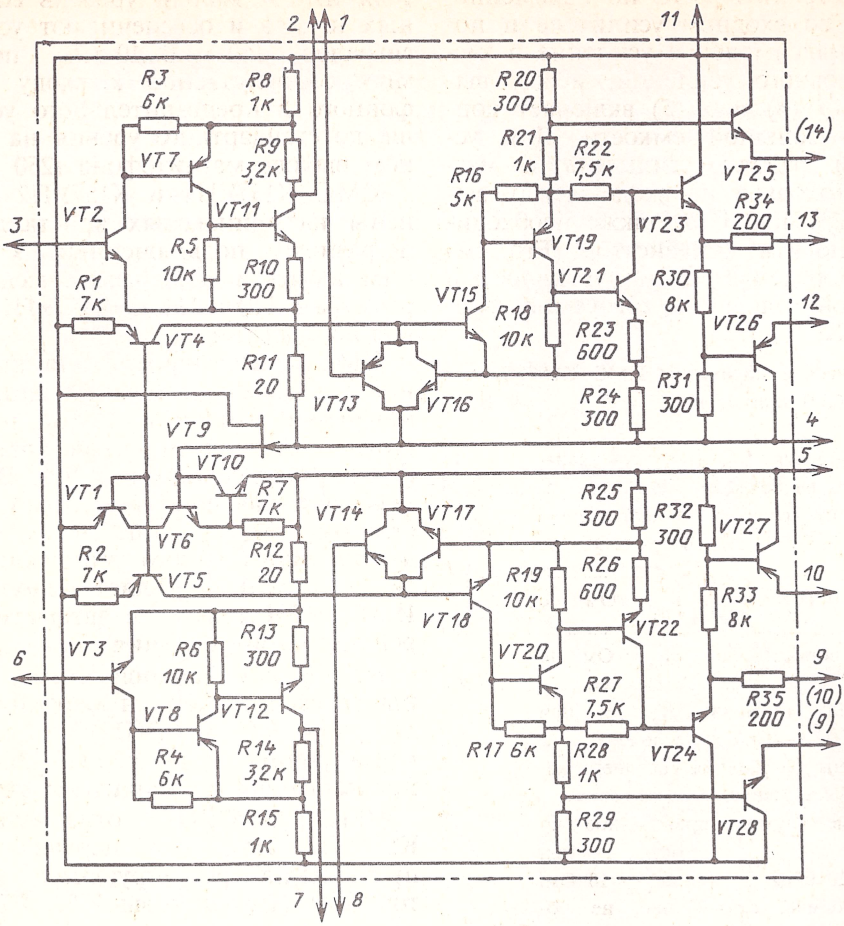


Рис. 3.6 б. Принципиальная схема ИМС К157УП1 (К157УП2)

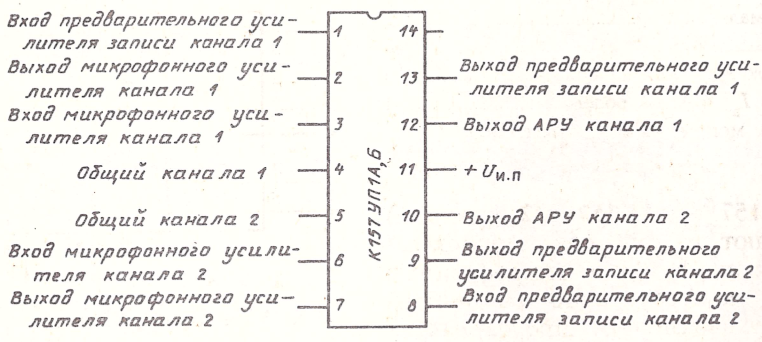


Рис. 3.6 в. Назначение выводов ИМС К157УП1А,Б

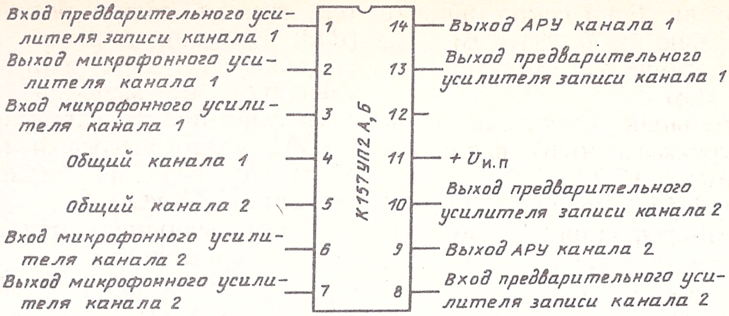


Рис. 3.6 г. Назначение выводов ИМС К157УП2А,Б

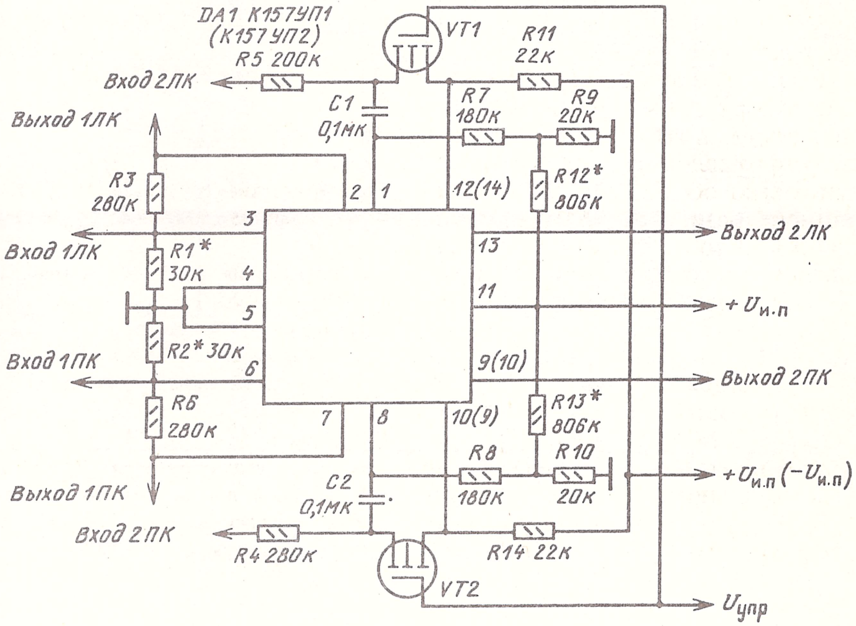


Рис. 3.6 д. Типовое включение ИМС К157УП1 (К157УП2) в схеме двухканального микрофонного усилителя и предварительного усилителя записи

Трехкаскадный микрофонный усилитель выполнен на транзисторах *VT2*, *VT7*, *VT11* (*VT3*, *VT8*, *VT12*). Коэффициент передачи усилителя определяется отношением параллельно включенных сопротивления нагрузки (подключаемой к выводу *2* или *7*) и суммарного сопротивления резисторов *R8* (*R15*) и *R9* (*R14*) к сопротивлению резистора обратной связи *R11* (*R13*). Без внешней нагрузки коэффициент передачи равен примерно 46 дБ, с нагрузкой – 42 дБ. Низкий уровень шумов достигнут благодаря малой плотности тока эмиттера входного транзистора *VT2* (*VT3*).

Для стабильности характеристик усилитель охватывают отрицательной обратной связью как по постоянному, так и по переменному току – между входом и выходом (выводы *2*, *3* и *7*, *6*) включают внешний резистор. От него также зависит входное сопротив-

ление усилителя. Если сопротивление резистора равно 270...280 кОм, то входное сопротивление усилителя – примерно 2 кОм.

Предварительный усилитель записи (также трехкаскадный) выполнен на транзисторах *VT15*, *VT19*, *VT21* (*VT18*, *VT20*, *VT22*) по схеме, схожей со схемой микрофонного усилителя, с добавлением на входе и выходе эмиттерных повторителей. Коэффициент передачи этого усилителя из-за того, что глубина ООС увеличена, уменьшен до 24 дБ.

Эмиттерный повторитель на транзисторе *VT13* (*VT14*) на входе усилителя работает при коллекторном токе около 10 мкА. Входное сопротивление каскада при этом превышает несколько мегаом, поэтому необходимое входное сопротивление усилителя может быть легко обеспечено включением внешнего резистора заданного сопротивления. Чтобы получить на выходе сигнал с максимальной неискаженной амплитудой напряжения, через этот резистор на вход усилителя (выводы *1*, *8*) следует подводить напряжение смещения около 300 мВ. Эмиттерный повторитель на транзисторе *VT23* (*VT24*) уменьшает выходное сопротивление усилителя. Нагрузку подключают к выходу эмиттерного повторителя через ограничительный резистор *R34* (*R35*). Рабочий ток каскада задан резистором *R30* (*R33*). Выбранный режим обеспечивает работу схемы с нагрузкой сопротивлением не менее 15 кОм. Если сопротивление нагрузки около 6 кОМ, между выводами *13* и *4* (*9* и *5*) следует включить резистор сопротивлением 4,7 кОм.

Чтобы уменьшить нелинейные искажения, вносимые в тракт записи регулирующим элементом АРУ, в ИМС предусмотрены дополнительные выводы, на которые поступает инвертированное входное напряжение через эмиттерные повторители, выполненные на транзисторах структуры *p-n-p* (для К157УП1) или *n-p-n* – (для К157УП2).

Электрические параметры ИМС К157УП1,2 при 25±10°С и $U_{и.п.ном}$=12 В

Ток потребления $I_{пот}$, мА (суммарный в обоих каналах) 5...9,5

Коэффициент усиления K_{yU}:
- микрофонного усилителя 100...165
- предварительного усилителя записи 19,5...28

Коэффициент гармоник $K_г$, % микрофонного усилителя при $U_{вых}$=1 В, f=400 Гц и предварительного усилителя записи при $U_{вых}$=1,5 В, f=400 Гц, не более 0,2

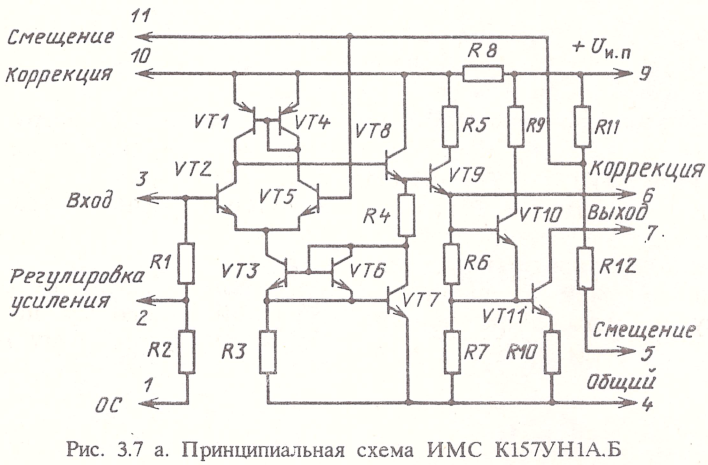


Рис. 3.7 а. Принципиальная схема ИМС К157УН1А.Б

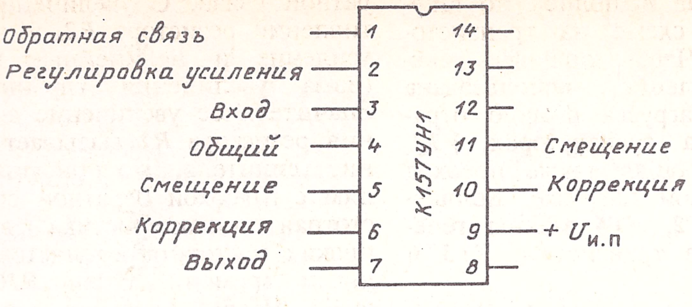


Рис. 3.7 б. Назначение выводов ИМС К157УН1А,Б

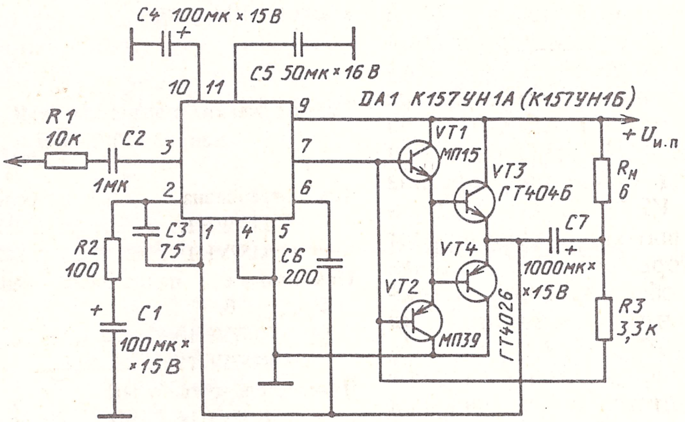


Рис. 3.7 в. Типовая схема включения ИМС К157УН1А,Б

Напряжение шумов при Δf=0,02...20 кГц, приведенное ко входу усилителя, $U_{ш.вх}$, мкВ, не более:

- микрофонного при $R_г$=200 Ом 0,6...1
- предварительного усилителя записи $R_г$=16 кОм 3,2...5,2

Входное сопротивление $R_{вх}$, кОм:

- микрофонного усилителя 1,6...2,4
- предварительного усилителя записи 160...240

Выходное сопротивление $R_{вых}$, кОм, не более

- микрофонного усилителя 5
- предварительного усилителя записи 1

Коэффициент ослабления сигнала соседнего канала, дБ, не менее −70

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К157УП1, 2

Напряжение питания $U_{и.п}$, В:

- минимальное 3
- максимальное 15

Выходной ток $I_{вых}$, мА:

- микрофонного усилителя и предварительного усилителя записи, не более 3

Рассеиваемая мощность $P_{расс}$, мВт, не более 250

ИМС К157УН1А, К157УН1Б (рис. 3.7) представляют собой усилители звуковой частоты. В зависимости от напряжения питания ИМС подразделяются на группы А и Б. Номинальное напряжение питания первой +9 В, второй +12 В.

Входной каскад выполнен по дифференциальной схеме на транзисторах *VT2*, *VT5*. Чтобы получить максимальное усиление, использована динамическая нагрузка в виде отражателя тока на транзисторах *VT1*, *VT4*, обеспечивающая также переход к несимметричной нагрузке. Коллекторные токи *VT2*, *VT5* заданы генератором тока на транзисторе *VT3* и резисторе *R3*.

Промежуточный каскад выполнен на транзисторе *VT8*, включенном по схеме с общим коллектором, нагрузка которого создается резистором *R4* и транзистором *VT7*. С эмиттерного повторителя *VT8* усиленный по току сигнал поступает на базу транзистора *VT9*, а с коллектора последнего – на вход каскада на *VT10*. Далее сигнал подается на вход оконечного каскада на транзисторе *VT11*. В его коллекторную цепь к выводу *7* подключают нагрузку. Резисторы *R6*, *R10* и делитель *R11*, *R12* обеспечивают необходимые напряжения смещения для транзисторов *VT10*, *VT11*, *VT5*. Отсутствие шунтирующих конденсаторов создает в соответствующих каскадах ООС.

ИМС можно использовать в разнообразных устройствах ЗЧ. Входное сопротивление в данном случае в основном определяется внешним резистором *R1*. Значительное уменьшение его сопротивления приводит к уменьшению глубины ООС и увеличению влияния выходного сопротивления источника сигнала на устойчивость усилителя. Конденсатор *C3* улучшает шумовые характеристики усилителя. В устройствах, где не предъявляются требования к шумовым характеристикам, конденсатор *C3* не обязателен. Значительное увеличение емкости конденсатора *C3* может привести к возбуждению усилителя.

Изменяя сопротивление резистора *R2* в цепи ООС усилителя можно в небольших пределах регулировать коэффициент усиления. Если чрезмерно уменьшить сопротивление резистора *R2*, возрастет уровень нелинейных искажений из-за уменьшения обратной связи. С увеличением сопротивления резистора *R2*, уменьшаются усиление и нелинейные искажения (из-за увеличения глубины ООС). Значительное увеличение сопротивления резистора *R2* вызывает возбуждение усилителя, что присуще усилителям с глубокой обратной связью. Частотная характеристика в области низких частот определяется постоянными времени цепей *R1C2*, *R2C1*, $R_н C7$. Чтобы повысить устойчивость усилителя, рекомендуется к выводу *10* ИМС подключать конденсатор емкостью 100 мкф.

Электрические параметры ИМС К157УН1А,Б при 25±10°С и $U_{и.п.ном}$

Ток потребления $I_{пот}$, мА, не более:
- К157УН1А 5
- К157УН1Б 6

Номинальное напряжение питания $U_{и.п.ном}$, В:
- К157УН1А 9
- К157УН1Б 12

Чувствительность S, мВ:
- К157УН1А при $U_{вых}$=1,8 В, f=1 кГц, $R_н$=6,5 Ом 15...31
- К157УН1Б при $U_{вых}$=3 В, f=1 кГц, $R_н$=6,5 Ом 25...50

Коэффициент гармоник $K_г$, %, не более:
- К157УН1А при $U_{вых}$=2,2 В, f=1 кГц, $R_н$=6,5 Ом 5
- К157УН1Б при $U_{вых}$=3 В, f=1 кГц, $R_н$=6,5 Ом 1

Полоса пропускания Δf, кГц, при $U_{вх}$=2 мВ, $R_н$=6,5 Ом 0,05...15

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К157УН1А,Б

Минимальное напряжение питания $U_{и.п}$, В:
- К157УН1А 5,6
- К157УН1Б 9

Максимальное напряжение питания $U_{и.п}$, В:
- К157УН1А 10
- К157УН1Б 15

Напряжение на выводах *7*, *1* $U_{7,1}$, В, не более:

К157УН1А 10

К157УН1Б 15

Выходной ток $I_{вых}$, мА, не более 15

Выходная мощность $P_{вых}$, мВт, не более 30

ИМС К157ДА1 (рис. 3.8) представляет собой двухканальный двухполупериодный выпрямитель среднего значения сигналов. ИМС используют в цепи управления приборами индикации средних уровней записываемого сигнала в стереофонических магнитофонах.

Функциональная схема ИМС состоит из буферных усилителей *А1*, *А3*, преобразователей *А4*, *А5* двухполярного сигнала в однополярный и стабилизатора режима *А2*.

Выходные напряжения на нагрузке каждого канала ИМС (конденсаторах фильтра *С1*, *С2* и стрелочных измерительных приборах *Р1*, *Р2* (рис. 3.8 г) имеют положительную полярность. Уровни выходных напряжений с высокой точностью соответствуют средневыпрямленным значениям входных сигналов в диапазоне свыше 50 дБ, что позволяет использовать ИМС в различных устройствах бытовой аппаратуры магнитной записи, а также измерительной технике в качестве преобразователя переменного напряжения в постоянное. Предварительные усилители построены аналогично ИМС К157УД2, т. е. являются операционными усилителями, с той лишь разницей, что в К157ДА1 корректирующие конденсаторы и резисторы цепи общей ООС, определяющие коэффициент передачи, находятся в кристалле.

Входные каскады усилителей обоих каналов выполнены по дифференциальной схеме на транзисторах *VT1*, *VT9* (*VT2*, *VT10*) (см. рис. 3.8 *б*).

Вторые каскады – усилители напряжения – собраны на транзисторах *VT11*, *VT13* (*VT12*, *VT14*).

Усилители мощности – на транзисторах *VT17*, *VT18* (*VT19*, *VT20*) – двухтактные, работающие без начального смещения. Коллекторы каждого из транзисторов усилителя мощности подключены к "токовому зеркалу" на парах транзисторов *VT21*, *VT23* (*VT22*, *VT24*) и *VT27*, *VT32* (*VT28*, *VT33*). Нагрузкой каскада является делитель *R1R5* (*R2R6*) в цепи ООС.

Воздействие на вход усилителя сигналов отрицательной или положительной полярности приводит к появлению импульса тока в коллекторной цепи транзистора структуры *р-п-р* или *п-р-п* усилителя мощно-

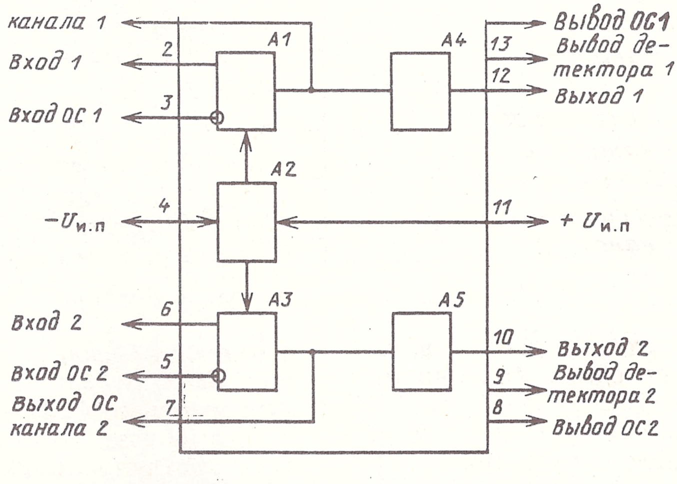


Рис. 3.8 а. Функциональная схема ИМС К157ДА1

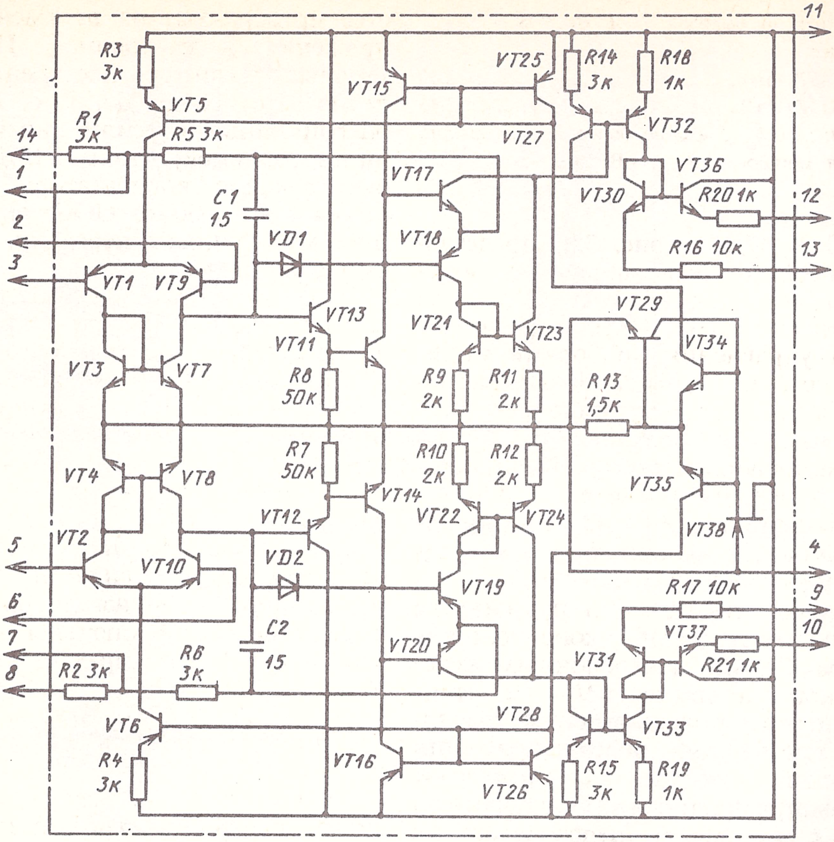


Рис. 3.8 б. Принципиальная схема ИМС К157ДА1

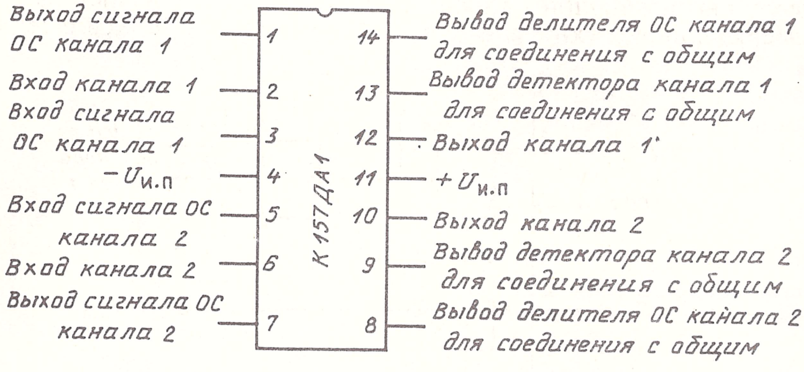


Рис. 3.8 в. Назначение выводов ИМС К157ДА1

сти, которые затем подаются в виде импульсов тока одной полярности к коллектору и базе транзистора *VT27* (*VT28*) в диодном включении и связанного с ним транзистора *VT32* (*VT33*). Последний эквивалентен трем параллельно включенным транзисторам *VT27* (*VT28*), и поэтому амплитуда импульсов его коллекторного тока в три раза превышает амплитуду тока транзисторов *VT27* (*VT28*). Выходное напряжение, представляющее

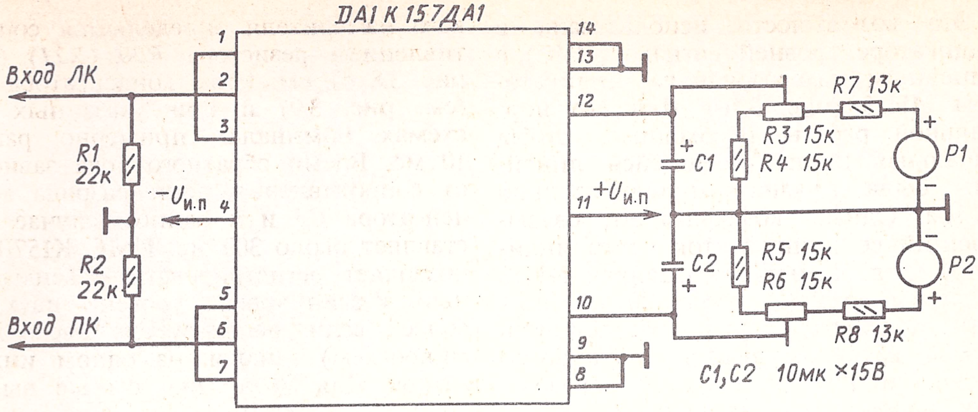


Рис. 3.8 г. Типовое включение ИМС К157ДА1 в схеме двухканального двухполупериодного выпрямителя среднего значения сигнала

собой усиленное и выпрямленное входное напряжение (обеих полярностей), выделяется на нагрузочных резисторах *R16* (*R17*) и подводится к выходу через эмиттерный повторитель на *VT36* (*VT37*). Транзистор *VT30* (*VT31*) компенсирует постоянное напряжение база-эмиттер транзистора эмиттерного повторителя. Для устойчивой работы в микросхеме предусмотрена внутренняя коррекция АЧХ (конденсаторы *C1*, *C2*).

Постоянные времени заряда и разряда определяются произведениями емкости усредняющего конденсатора фильтра (подключаемого к выводу *12* в одном канале и *10* в другом) на сопротивление резистора *R20* (*R21*) микросхемы и сопротивление нагрузки.

Электрические параметры ИМС К157ДА1 при 25±10°С и $U_{и.п.ном}$=±15 В

Коэффициент усиления по напряжению K_{yU} 7...10
Выходное напряжение $U_{вых}$, В, не менее 9
Выходное напряжение покоя $U_{вых.п}$, мВ, не более 50
Входной ток $I_{вх}$ каждого канала, нА, не более 200
Ток потребления $I_{пот}$ в отсутствие сигнала (по двум каналам), мА, не более 1,6
Выходной ток $I_{вых}$ каждого канала, мА, не менее 2,5...6

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К157ДА1

Напряжение питания $U_{и.п}$, В:
минимальное ±3
максимальное ±20
Верхняя граничная частота $f_{гр.в}$, кГц, не менее 100
Рассеиваемая мощность $P_{расс}$, мВт при −25...+25°С, не более 500

При питании от двухполярного источника (см. рис. 3.8 а) выводы *13* и *14* ИМС соединяют с общим проводом и относительно него снимают пропорциональное входному сигналу выходное напряжение (вывод *12*). Однако в некоторых устройствах, например, в портативных, удобнее использовать один источник питания. В этом случае ИМС включают, как показано на рис. 3.9. Здесь вывод *13* соединен с отрицательным полюсом источника питания, поэтому и выпрямленное напряжение измеряют относительно этого полюса.

Эта возможность использована в индикаторе уровней сигнала (ИУС) с линейным газоразрядным индикатором ИН13 (рис. 3.10). Для его нормальной работы необходимо, чтобы начальная длина светящейся линейки была равна приблизительно 10 мм. Однако коэффициент, связывающий ее длину и ток через индикатор, для разных экземпляров ИН13 различен (разброс около 30 %), поэтому устройство должно обеспечивать независимую регулировку начального уровня и коэффициент преобразования переменного напряжения в постоянное.

ИУС состоит из двухполупериодного детектора (*DA1*) и стабилизатора тока на транзисторе *VT1*. Этот ток пропорционален сумме напряжения смещения, поступающего с движка подстроечного резистора *R2*, и выпрямленного напряжения звуковой частоты. При наладке устройства резистором *R2* устанавливают необходимую длину светящейся линейки в отсутствие входного сигнала (начало шкалы), а затем резистором *R1* – длину, соответствующую 0 дБ (0,775 В) при номинальном уровне напряжения на входе. Чувствительность измерителя можно регулировать подбором резистора *R3*.

Измерители, собранные по типовой схеме и по схемам, приведены на рис. 3.9. и 3.10, обеспечивают регистрацию квазипиковых значений входного сигнала. Время интеграции такого измерителя определяется сопротивлением резистора *R20* (*R21*) (см. рис. 3.8 б), емкостью конденсатора *C3* (см. рис. 3.9) и при указанных на схемах номиналах примерно равно 10 мс. Время обратного хода зависит от сопротивления цепи разряда конденсатора *C3* и в данном случае составляет около 300 мс. ИМС К157ДА1 позволяет регистрировать максимальный квазипиковый уровень двух и более (если используется несколько микросхем) каналов на одном индикаторе. Для этого низкоомные выхо-

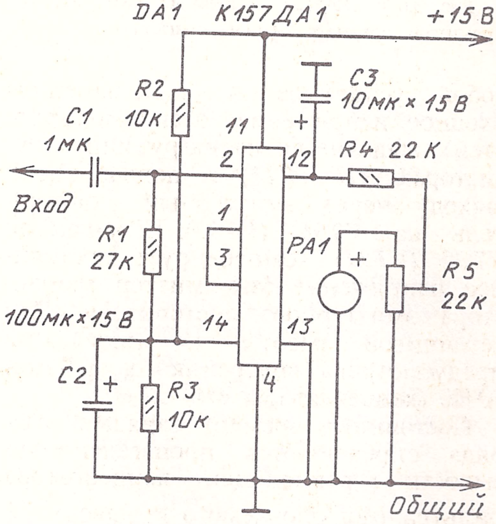


Рис. 3.9. Включение ИМС К157ДА1 при однополярном источнике питания

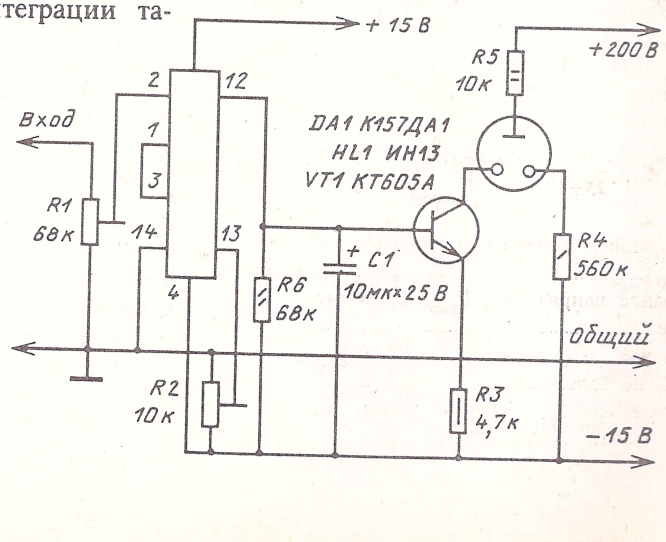


Рис. 3.10. Индикатор уровней сигнала с линейным газоразрядным индикатором на ИМС К157ДА1

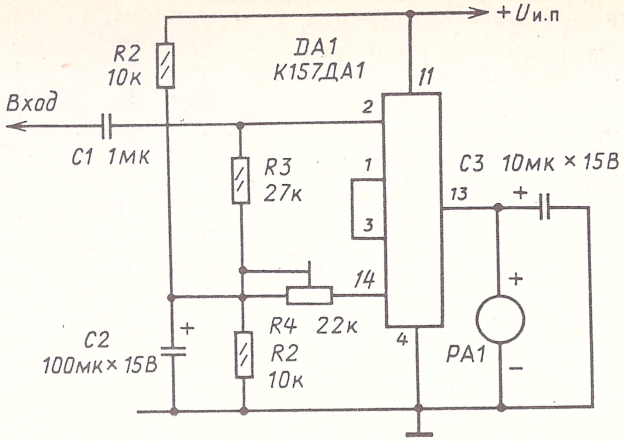


Рис. 3.11. Схема ИУС среднего значения сигнала на ИМС К157ДА1

ды (выводы *10*, *12*) соединяют вместе и используют один запоминающий конденсатор и регистрирующий прибор.

Часто требуется измерять не квазипиковое, а среднее значение сигнала. В звуковоспроизводящей аппаратуре оно более точно соответствует субъективному восприятию громкости звучания, а в измерительной технике позволяет точнее оценить эффективное значение переменного напряжения с неизвестным гармоническим составом. Для построения преобразователей среднего значения переменного напряжения в постоянное можно использовать высокоомный выход микросхемы (вывод *13*), усредняя выходной ток конденсатором *C3* (рис. 3.11). Коэффициент преобразования ИМС в таком включении – около 50 мкА/В. Его можно регулировать, изменяя глубину ООС (резистором *R4*), охватывающей усилительную часть микросхемы.

Высокоомный выход микросхемы весьма удобен для построения измерителей переменного напряжения звуковой частоты с неравномерной, например, логарифмической шкалой. При этом, если обеспечить на нем нулевой потенциал, низкоомный выход (вывод *12*) можно использовать одновременно для регистрации пиковых значений входного сигнала. На рис. 3.12 *а* приведена схема такого комбинированного ИУС. Здесь низкоомный выход микросхемы *DA1* использован для запуска одновибратора (*DD1*, *C1*, *R9*), нагруженного индикатором пиковой перегрузки – светодиодом *HL1*, а высокоомный – для формирования логарифмической шкалы показаний измерительного прибора *PA1*. Порог срабатывания пикового индикатора устанавливают подстроечным резистором *R7*.

Выходное напряжение индикатора зависит от уровня входного сигнала (рис. 3.12 *б*).

Наладку индикатора начинают с подачи на вход сигнала, соответствующего уровню 0 дБ (775 мВ). Подстроечным резистором *R7* устанавливают на конденсаторе *C2* напряжение 3,5 В, а резистором *R12* добиваются отклонения стрелки прибора *PA1* до отметки 0 дБ. После этого сигнал на входе увеличивают на 1,5 дБ и резистором *R7* добиваются зажигания светодиода *HL1*. На этом регулировку можно считать законченной.

ИМС К157ХП1 (рис. 3.13) предназначена для управления приборами индикации пиковых сигналов в канале записи стереофонических магнитофонов и формирования сигналов управления для системы автоматического регулирования уровня записи (АРУЗ). Представляет собой двухка-

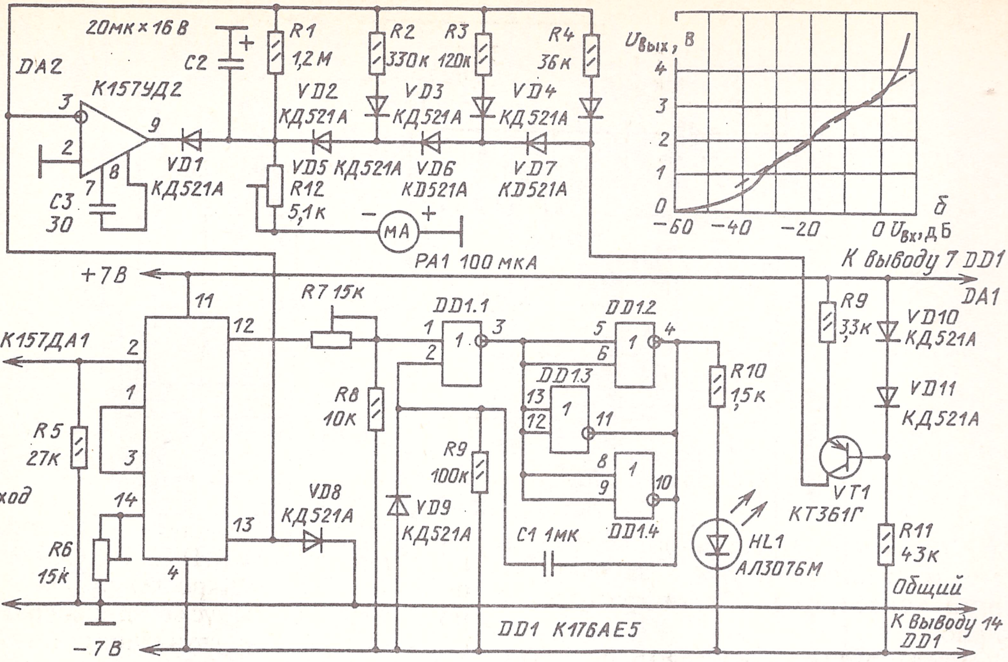


Рис. 3.12 а. Схема комбинированного ИУС на ИМС К157ДА1

Рис. 3.12 б. Зависимость выходного напряжения комбинированного ИУС на ИМС К157ДА1 от уровня входного сигнала

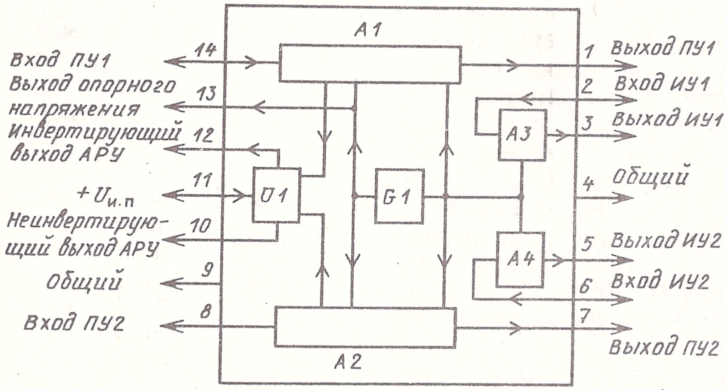


Рис. 3.13 а. Функциональная схема ИМС К157ХП1

нальное устройство, каждый канал которого состоит из предварительного усилителя (*A1*, *A2*) с амплитудным дискриминатором на входе (вырабатывающим сигнал, если амплитуда входного сигнала положительной полярности превышает образцовое напряжение) и индикаторного усилителя (*A3*, *A4*), включающего в себя формирователи временных интервалов и выходных импульсов с усилителем мощности для управления

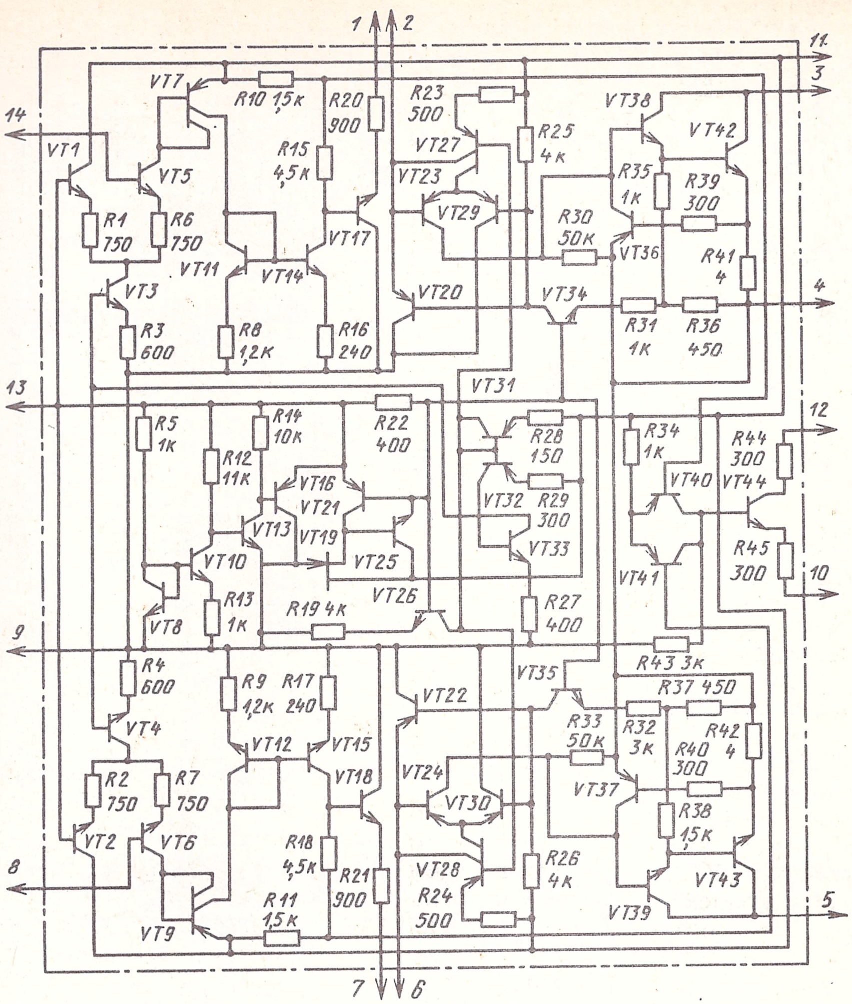


Рис. 3.13 б. Принципиальная схема ИМС К157ХП1

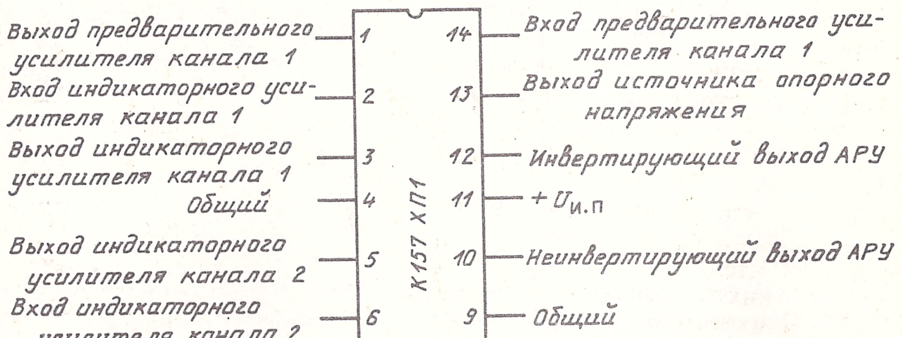


Рис. 3.13 в. Назначение выводов ИМС К157ХП1

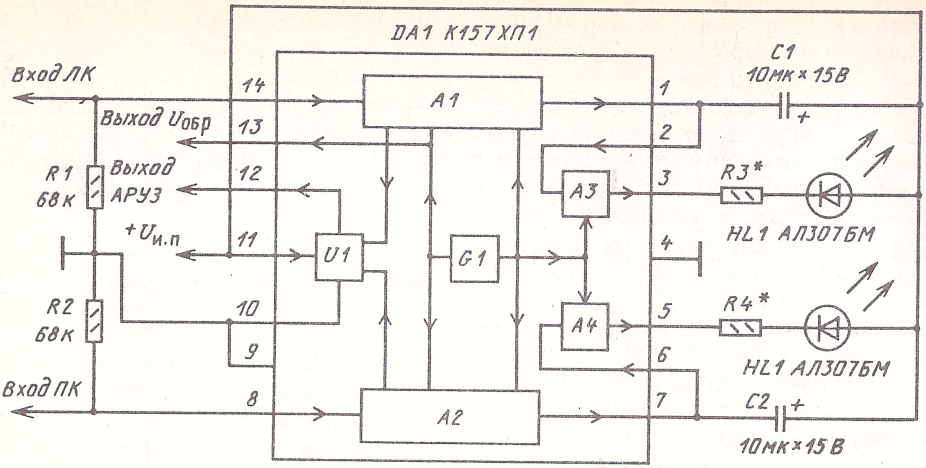


Рис. 3.13 г. Типовое включение ИМС К157ХП1 в схеме двухканального порогового устройства управления приборами индикации пиковых уровней записи с выпрямителем для системы АРУЗ

внешними индикаторными приборами. Общим для обоих каналов являются устройство *G1*, задающее образцовые и смещающие напряжения для обоих усилителей, и выпрямитель *U1* системы АРУЗ, обрабатывающий сумму сигналов двух каналов.

Амплитудный дискриминатор выполнен на дифференциальной паре транзисторов *VT1*, *VT5* (*VT2*, *VT6*). База транзистора *VT1* (*VT2*) подключена к внутреннему источнику образцового напряжения $U_{обр}$=1,25...1,35 В. Суммарный эмиттерный ток этих транзисторов определяется генератором тока на *VT3* (*VT4*) и равен 100 мкА. Изменение уровня входного сигнала на базе транзистора *VT5* (*VT6*) в диапазоне от −125 до +125 мВ (эквивалентное изменение амплитудного значения напряжения сигнала на 250 мВ) приводит к переходу транзисторов дифференциальной пары из одного устойчивого состояния в другое. Благодаря резисторам в цепи эмиттеров дифференциальной пары расширен диапазон входных сигналов амплитудного дискриминатора микросхемы, обеспечивающий более четкую индикацию моментов перегрузки кратковременными сигналами канала записи. Импульс тока, возникающий в цепи коллектора транзистора *VT5* (*VT6*) при появлении сигналов с уровнем, превышающим пороговое значение, поступает в диодное плечо первого токового отражателя, выполненного на *VT7* (*VT9*), а с него – через отражатель тока на транзисторах *VT11*, *VT14* (*VT12*, *VT15*) и резисторы *R15*, *R10* (*R18*, *R11*) – на базы "нормально закрытых" транзисторов *VT17* (*VT18*) времязадающего устройства и транзисторы *VT40* (*VT41*) устройства формирования сигналов для системы АРУЗ.

Соотношение резисторов *R8* (*R9*) и *R16* (*R17*), а также топология транзистора *VT7* (*VT9*) выбраны так, что коллекторный ток *VT14* (*VT15*) в десять раз больше коллекторного тока *VT5* (*VT6*). Транзистор *VT17* (*VT18*) обеспечивает дальнейшее усиление тока, необходимого для быстрой зарядки времязадающего конденсатора, включаемого между выводом *1* (*7*) ИМС и положительным полюсом источника питания. Времязадающий конденсатор заряжается до напряжения, равного падению напряжения, создаваемого импульсом тока на резисторах *R15* (*R18*) и *R10* (*R11*), за вычетом напряжения на эмиттерном переходе транзистора *VT17* (*VT18*). Это напряжение для случая максимальной перегрузки равно примерно 5,3 В.

4 Зак. 926

Постоянная времени зарядки равна произведению сопротивления резистора *R20* (*R21*) на емкость внешнего конденсатора, подключаемого между выводом *2* (*6*) и положительным полюсом источника питания. При повышении напряжения на конденсаторе до 0,7 В транзистор *VT23* (*VT24*) дифференциальной пары формирователя выходных импульсов открывается, а *VT29* (*VT30*) – закрывается. Нагрузкой усилителя мощности на *VT38*, *VT42* (*VT39*, *VT43*), является прибор световой индикации перегрузки, подключаемый к выходу *3* (*4*).

Источник образцового напряжения выполнен на транзисторах *VT8*, *VT10*, *VT13*, *VT16*, возбуждаемых генератором тока на *VT21*, *VT25* и резисторе *R22*. Режимы работы ИМС по постоянному току задают генераторы тока на *VT26*, *VT34*, *VT35* и токовые отражатели на *VT31*, *VT32*, *VT27*, *VT28*, *VT33*, *VT3*, *VT4*. Сигнал для системы АРУЗ формирует *VT44*, который управляется напряжением, выделяемым на *R43* – нагрузке транзисторов *VT40* и *VT41*.

Для индикации могут быть использованы светодиоды, лампы накаливания и др. Постоянная времени индикации определяется емкостью конденсаторов *C1*, *C2*.

Электрические параметры ИМС К157ХП1 при 25±10°С и $U_{и.п.ном}$=15 В

Ток потребления $I_{пот}$, мА, не более 5...9
Выходное образцовое напряжение $U_{обр}$, В 1,21...1,35
Напряжение порога срабатывания по выходу $U_{срб}$ индикаторного усилителя и системы АРУЗ, В 1,0...1,45
Напряжение отпускания $U_{отп}$ по выходу индикаторного усилителя и системы АРУЗ, В, не менее 0,9
Выходной ток покоя предварительного усилителя $I_{вых}$, мА 4...10
Входной ток покоя индикаторного усилителя $I_{вх}$, мкА 35...65
Выходное напряжение предварительного усилителя $U_{вых}$, В 5...10
Максимальный выходной ток I_{max} закрытого индикаторного усилителя, мкА, не более 1
Выходной ток покоя $I_{пок}$ выпрямителя системы АРУЗ, мА, не более 30
Входной ток предварительного усилителя $I_{вх}$, мА, не более 2

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К157ХП1

Напряжение источника питания, В:
минимальное 7,2
максимальное 20
Напряжение на входах предварительного усилителя $U_{вх}$, В не более±7
Выходной ток по выводам *3* и *5* $I_{3,5}$, мА, не более 70
Выходной ток по выводам *10* и *12* $I_{10,12}$, мА, не более 10
Рассеиваемая мощность $P_{расс}$, мВт, не более 250

ИМС К157ХП2 (рис. 3.14) предназначена для создания генератора токов стирания и подмагничивания и стабилизатора напряжения с электронным управлением. Она включает в себя источник образцового напряжения *G1* с устройством управления временем включения и выключения, усилитель сигнала рассогласования

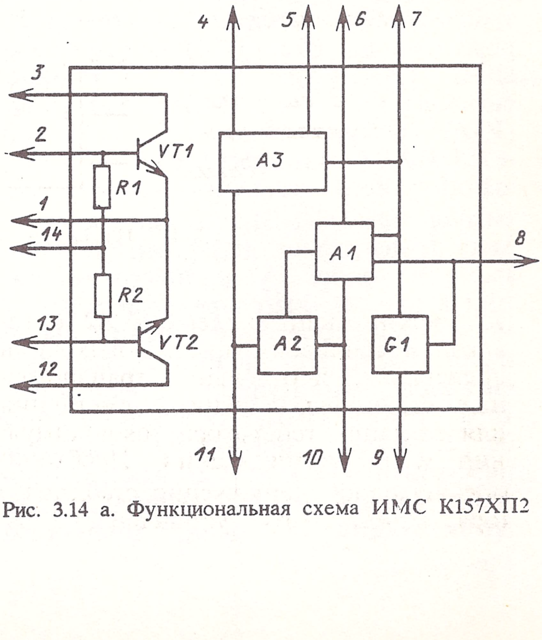


Рис. 3.14 а. Функциональная схема ИМС К157ХП2

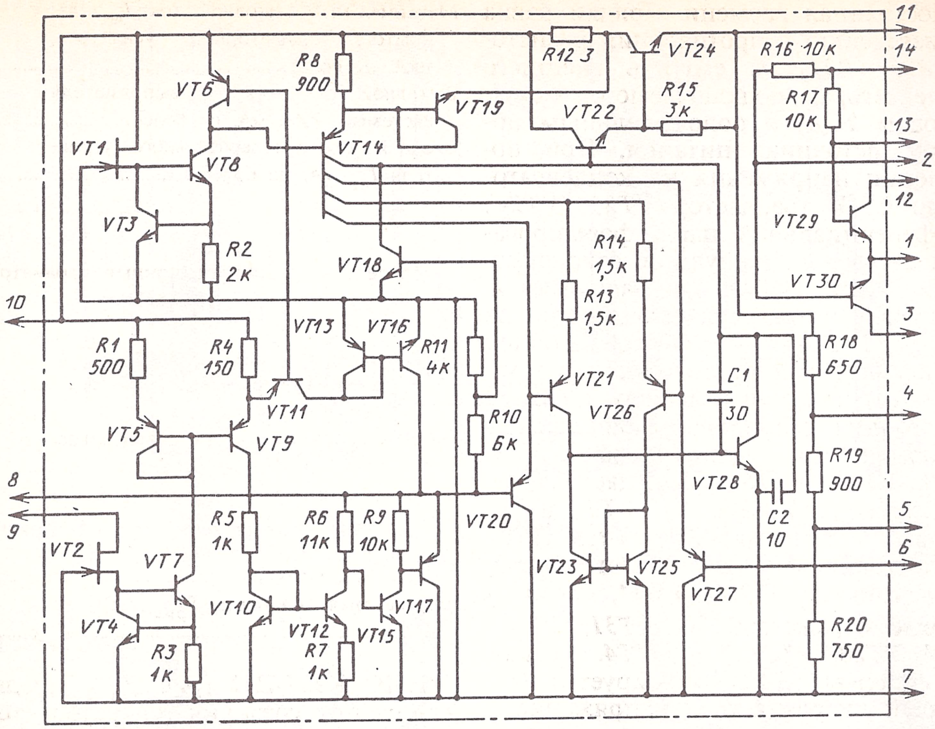


Рис. 3.14 б. Принципиальная схема ИМС К157ХП2

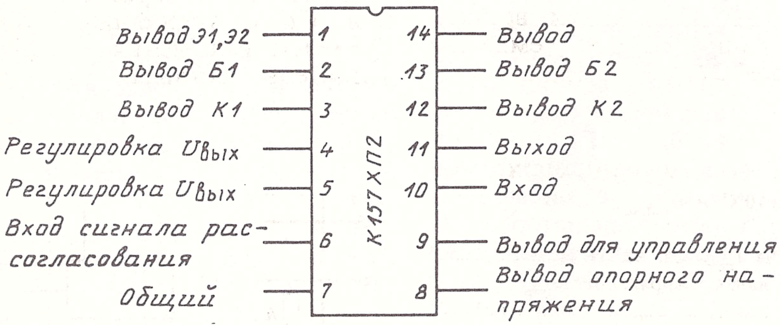


Рис. 3.14 в. Назначение выводов ИМС К157ХП2

A1, регулирующий элемент *A2* с токовой и тепловой защитой, выходной делитель *A3* и отдельные транзисторные структуры с цепями смещения для создания генератора токов стирания и подмагничивания. Необходимое выходное напряжение стабилизатора может быть установлено как внутренним, так и внешним делителем, подключаемым к выводам *11*, *6*, *7* микросхемы. Допускается совместное использование делителей. В случае, когда применяется внутренний делитель, могут быть установлены выходные напряжения, близкие к указанным ниже.

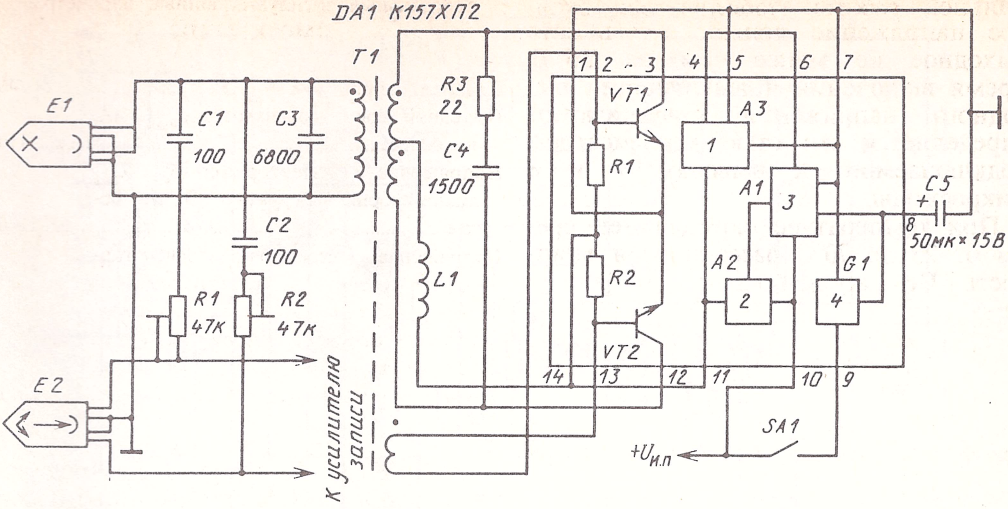


Рис. 3.14 г. Типовое включение ИМС К157ХП2 в схеме стабилизатора напряжения с электронным управлением и генератора токов стирания и подмагничивания

Напряжение, В	12	10,5
Соединяемые выводы	5 – 6	4 – 6
Напряжение, В	9	5,5
Соединяемые выводы	4 – 6, 5 – 7	4 – 6
Напряжение, В	3	1,3
Соединяемые выводы	5 – 6, 4 – 11	6 – 11

Источник образцового напряжения (в пределах 1,25...1,35 В, т. е. весьма близко к напряжению энергетической зоны полупроводникового материала для кремния – 1,206) выполнен по термокомпенсированной схеме на транзисторах *VT10*, *VT12*, *VT15*, *VT17*, при этом температурный коэффициент напряжения не превышает 0,01 мВ/°С. Питание транзисторов источника обеспечивает генератор тока на *VT2*, *VT4*, *VT7* и токовый отражатель на *VT5*, *VT9*.

Усилитель сигнала рассогласования построен на транзисторах *VT20*, *VT27* и *VT21*, *VT26*, образующих входной дифференциальный каскад с активной нагрузкой на *VT23*, *VT25*. Один из коллекторов транзистора *VT14* служит динамической нагрузкой выходного каскада усилителя сигнала рассогласования, а остальные – генераторами тока. Режим работы транзистора *VT14* задает источник тока на *VT1*, *VT3*, *VT6*, *VT8*. Регулирующий транзистор *VT24* управляется усилителем рассогласования через эмиттерный повторитель на *VT22*.

Для защиты стабилизатора от перегрузок (при превышении тока нагрузки более 200 мА) предназначены транзистор *VT19* в диодном включении и резистор *R12*, падение напряжения, на котором при перегрузке открывает диод и закрывает транзистор. Проводимость последнего уменьшается, а следовательно, уменьшаются и базовые токи транзисторов *VT22* и *VT24*, что ведет к ограничению проходящего через них тока нагрузки.

Транзистор *VT18*, на базу которого подана часть образцового напряжения, недостаточная для его открывания при нормальной температуре защищает кристалл от перегрева. Когда температура кристалла повышается до 165...180°С, транзистор *VT18* открывается и шунтирует базовую цепь *VT22*.

Транзисторы *VT29* и *VT30* используются при построении генератора тока стирания и подмагничивания.

С помощью внешнего делителя можно установить выходное напряжение в интервале 1,3...33 В. Для нор-

мальной работы стабилизатора входное напряжение должно превышать выходное не менее чем на 2,5 В. Время включения и выключения выходного напряжения стабилизатора определяется емкостью конденсатора, подключаемого к выводам *7* и *8* микросхемы.

При температуре окружающей среды от 25 до 70°С рассеиваемая мощность, Вт, рассчитывается по формуле:

$$P_{расс} = \frac{125 - t_{окр.ср.}}{100}$$

Электрические параметры ИМС К157ХП2 при 25±10°С

Пределы регулирования выходного напряжения $U_{вых}$, В ... 1,3...33
Выходное напряжение закрытого стабилизатора $U_{зап}$, В, не более ... 0,1
Ток холостого хода $I_{х.х}$, мА ... 3,2...7,0
Ток холостого закрытого стабилизатора $I_{зап}$, мА ... 0,5...2,0
Входной ток усилителя сигнала рассогласования $I_{вх}$, мкА, не более ... 0,5
Выходной ток $I_{вых}$ устройства управления временем включения, мА ... 0,1...2,6
Ток, потребляемый устройством управления временем включения, $I_{упр}$, мА ... 1,0...2,9
Коэффициент нестабильности, не более:
по напряжению ... ±0,002
по току ... ±0,01
Относительный температурный коэффициент выходного напряжения, %/°С, не более ... ±0,05
Ток короткого замыкания $I_{к.з}$, мА, не более ... 150...450
Напряжение насыщения коллектор-эмиттер $U_{к.э.нас}$ транзисторных структур при $I_к$=100 мА, $I_б$=2,5 мА, В, не более ... 0,75
Напряжение насыщения база-эмиттер $U_{э.б.нас}$ транзисторных структур, В, при $I_к$=100 мА, $I_б$=2,5 мА, не более ... 1,25
Начальный ток коллектора $I_н$ транзисторных структур, мкА, при $R_б$=10 кОм, не более ... 1

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К157ХП2

Входное напряжение $U_{вх}$, В ... 4...40
Выходной ток стабилизатора $I_{вых}$, мА, не более ... 150
Напряжение коллектор-эмиттер $U_{к.э}$ транзисторных структур, В, не более ... 40
Напряжение эмиттер-база транзисторных структур $U_{э.б}$, В, не более ... 7
Постоянный ток коллектора $I_к$ транзисторных структур, мА, не более ... 150
Рассеиваемая мощность $P_{расс}$, Вт, в диапазоне температур −25...+25°С ... 1

ИМС К157ХП3 (рис. 3.15) предназначена для систем понижения шумов при прослушивании звуковых программ. Ее основная часть – управляемый ФНЧ, полоса пропускания которого автоматически изменяется в зависимости от спектра входного сигнала с учетом особенностей слухового восприятия звука.

Функциональная схема ИМС приведена на рис. 3.15.

Управляемый фильтр (УФ) с перестраиваемой частотой среза представляет собой активный ФНЧ 2-го порядка, выполненный на ОУ *A3*. В качестве управляемых напряжением резисторов *RU1* и *RU2* использованы каналы линеаризированных и идентичных по конструкции МДП-транзисторов с индуцированным каналом *p*-типа. Коэффициент передачи ФНЧ в полосе пропускания задан отношением сопротивлений резисторов *R2*, *R4* и равен 5. Форма АЧХ УФ определяется соотношением емкостей конденсаторов, включаемых между выводами *11* и *18* в цепи ООС и емкостью конденсатора на входе усилителя (между выводом *12* и общим проводом). Для уменьшения искажений номинальное входное напряжение (его подают на вывод *17*) выбрано небольшим, около 100 мВ. На входе ИМС включен повторитель напряжения *A1*, ослабляющий влияние внешнего входного делителя на АЧХ УФ. Сигнал, усиленный ОУ *A3* до уровня

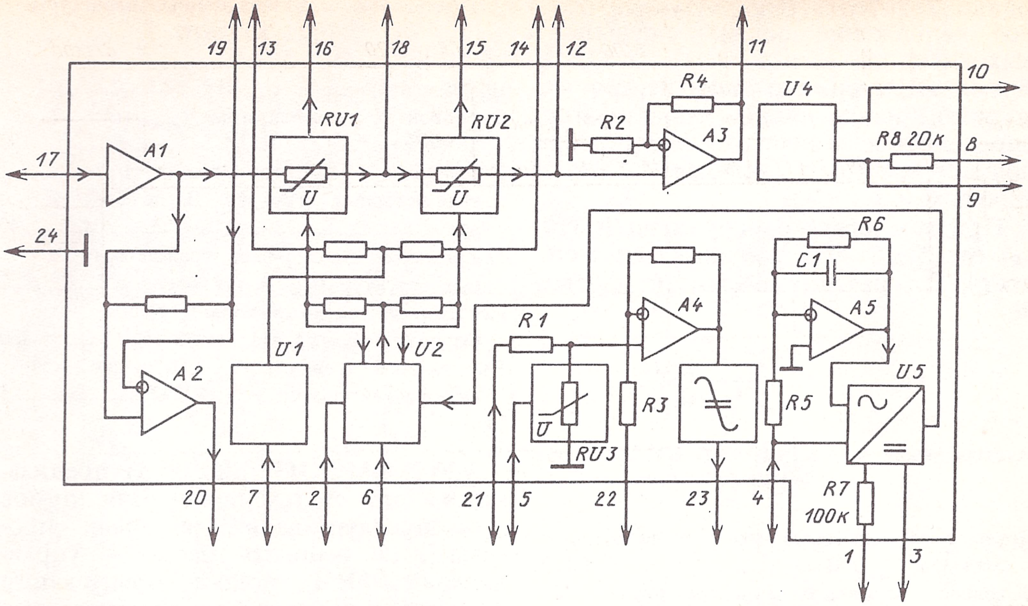


Рис. 3.15 а. Функциональная схема ИМС К157ХП3

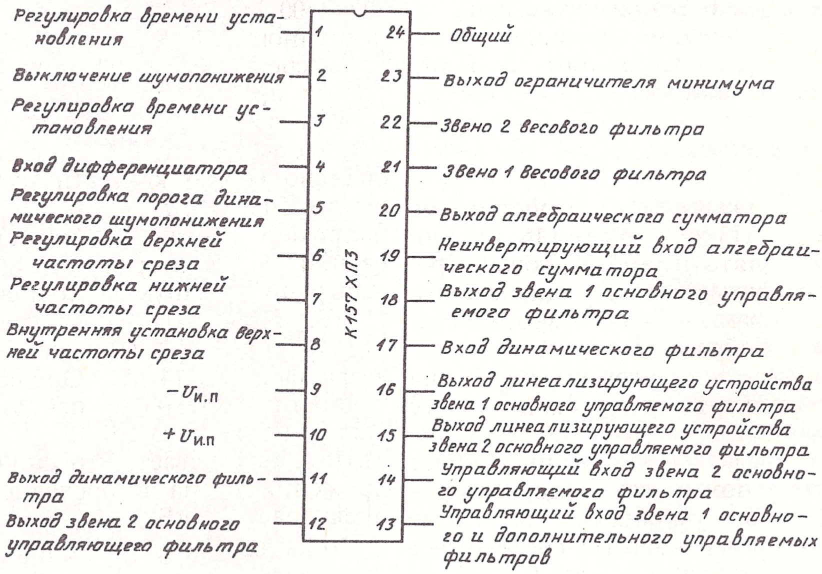


Рис. 3.15 б. Назначение выводов ИМС К157ХП3

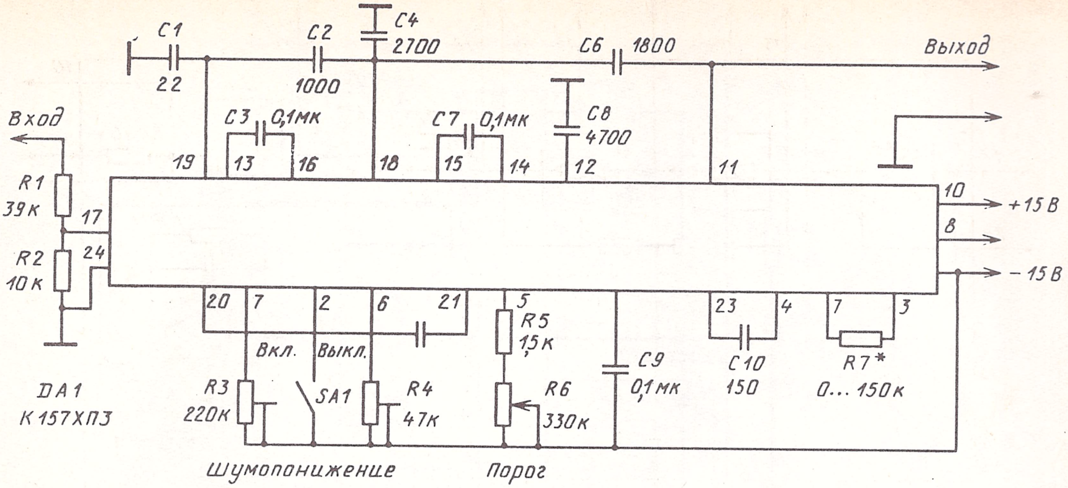


Рис. 3.15 в. Типовая схема включения ИМС К157ХП3

500 мВ, поступает на выход устройства (вывод *11*).

Канал управления состоит из алгебраического сумматора *A2*, управляющего усилителя *A4*, ограничителя минимума *U3*, частотного корректора-дифференциатора *A5*, амплитудного детектора *U5*, регулятора *U1* начального (нижнего) значения частоты среза ($f_{в.гр.н}$) и регулятора-ограничителя *U2* ее конечного (верхнего) значения ($f_{в.гр.к}$). Кроме того, в ИМС входят источники образцового напряжения и стабилизированных токов, условно объединенные на схеме в узел *U4*.

Шумопонижающее устройство на ИМС К157ХП3 (см. рис. 3.15 в) способно подавлять шумы звуковой программы с динамическим диапазоном 47...50 дБ, практически не внося искажений в обрабатываемый сигнал. Уменьшение напряжения шума на выходе фильтра в широкой полосе частот достигает 15 дБ, в области высших звуковых частот – превышает 30 дБ. При номиналах конденсаторов *C4*, *C6*, *C8*, указанных на схеме АЧХ УФ вблизи частоты среза имеет небольшой подъем (около 0,5 дБ), а выше этой частоты падает с наклоном – 12 дБ на октаву.

Эффект понижения шума в динамической системе шумопонижения (ДСПШ), выполненной на ИМС К157ХП3, основан на следующем принципе. При отсутствии входного сигнала или очень малом уровне высокочастотных составляющих в его спектре полоса пропускания УФ ограничена частотой $f_{в.гр.н}$, равной 800...1600 Гц (в зависимости от установленного начального значения частоты среза). Сужение полосы пропускания приводит к снижению общего уровня напряжения шума на выходе устройства. Это понижение пропорционально корню квадратному из отношения частот $f_{в.гр.к}$ и $f_{в.гр.н}$. Если, например, первая из них установлена равной 20, а вторая – 1,6 кГц, то выигрыш по шумам составит около 11 дБ. При более широкой полосе (0,8...20 кГц) эффективность системы возрастает до 14 дБ. Оценка эффективности системы с использованием частотно-взвешивающего фильтра МЭК-А показывает, что снижение напряжения шума в последнем случае превышает 15 дБ.

Когда во входном сигнале появляются высокочастотные составляющие достаточного уровня, полоса пропускания УФ соответствующим образом

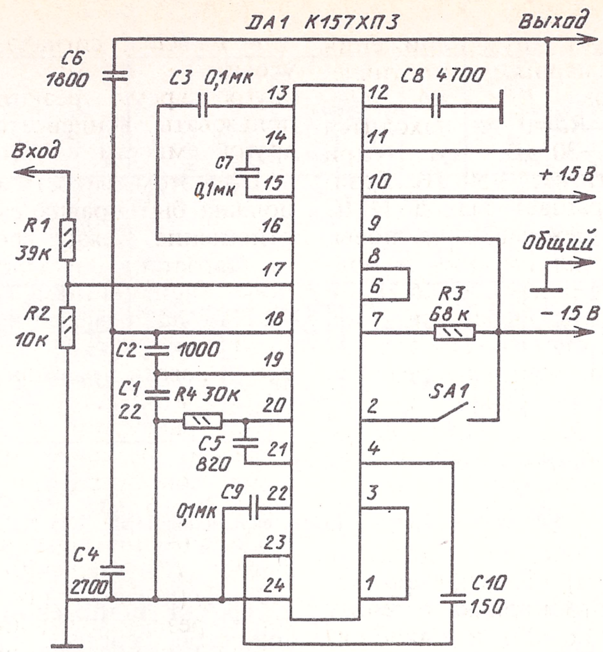


Рис. 3.16. Схема включения ИМС К157ХП3 в массовой радиоаппаратуре

расширяется, но возрастающий при этом шум не воспринимается слухом из-за эффекта маскирования его полезным сигналом с более высокой энергией. Точность управления полосой пропускания УФ в значительной степени определяется амплитудно-частотной и переходной характеристиками канала управления.

Включение (выключение) режима шумопонижения осуществляется размыканием (замыканием) контактов выключателя *SA1*.

Схема включения ИМС К157ХП3 в массовой аппаратуре приведена на рис. 3.16.

Начальное и конечное значения верхней граничной частоты $f_{\text{в.гр.н}}$ и $f_{\text{в.гр.к}}$ можно изменить соответствующим подбором конденсаторов *C4*, *C6*, *C8* (зависимость обратно пропорциональная). Кроме того, предусмотрена возможность раздельной установки этих частот изменением минимального (резистором *R3* на рис. 3.15 в) и максимального (резистором *R4*) сопротивлений управляемых резисторов *RU1* и *RU2* (увеличение сопротивлений этих резисторов понижает оба значения верхней граничной частоты, уменьшение – увеличивает). Перед тем как установить требуемую $f_{\text{в.гр.к}}$ вывод *20* необходимо соединить с общим проводом.

Под порогом шумопонижения в рассматриваемой ДСПШ подразумевается такой уровень входного сигнала 6 кГц, при котором коэффициент передачи УФ уменьшается на 3 дБ по отношению к коэффициенту передачи на этой частоте при выключенном режиме шумопонижения. ИМС К157ХП3 допускает установку необходимого порога как с помощью регулируемого резистора *RU3* (см. рис. 3.15 а), так и соответствующим выбором внешнего делителя. Первый из этих способов предпочтительнее, если резистор оперативной регулировки порога необходимо расположить вдали от ИМС, и на входе ее канала управления возможны наводки. В

этом случае порог шумопонижения определяется суммарным сопротивлением резисторов *R5*, *R6* (см. рис. 3.15 в): при *R6*=0 он находится на уровне −30 дБ, а при *R6*=330 кОм достигает −50 дБ. Резистор *R5* предотвращает выход ИМС из нормального режима при повышенном напряжении питания и полностью введенном резисторе *R6*. Если же необходимости в оперативном изменении порога нет, его устанавливают включением постоянного резистора сопротивлением около 30 кОм между выводом *20* и общим выводом (резистор *R28*, рис. 3.16). Вывод *5* при этом не используют.

Конденсаторы *C5*, *C9*, резисторы *R1*, *R3* и управляющий усилитель *A4* (см. рис. 3.23 а) образуют фильтр верхних частот 2-го порядка с частотой среза около 1,6 кГц и наклоном АЧХ 12 дБ на октаву. Спад АЧХ за пределом рабочего диапазона частот определяется резистором *R6* и конденсатором *C1* в цепи ООС, охватывающей усилитель *A5*. Конденсатор *C2* увеличивает крутизну спада АЧХ до 18 дБ на октаву. Его емкость выбирают из условия *C2*=0,2*C8*. Если необходимо изменить АЧХ канала управления для большего подавления различных помех, например, напряжения подмагничивания в магнитофоне или поднесущей частоты в УКВ ЧМ приемнике, дополнительные элементы рекомендуется включать между выводом *20* и общим проводом устройства.

Элементы, определяющие время реакции УФ на нарастание и спад сигнала, за исключением интегрирующих конденсаторов *C3* и *C7* в управляющих цепях резисторов *RU1* и *RU2*, входят в состав ИМС. По этой причине независимое изменение времени реакции ДСПШ на нарастание и спад сигнала невозможно. При номиналах конденсаторов *C3* и *C7*, указанных на рис. 3.15 в время реакции на нарастание сигнала номинального уровня, примерно равно 1 мс, уровня −40 дБ – около 10 мс, время реакции на спад сигнала максимального уровня – 100 мс. Если необходимо другое время реакции, можно использовать конденсаторы *C3* и *C7* другой емкости.

При этом емкость конденсатора *C3* должна быть равна емкости *C7* и соотношение между временем реакции на нарастание и спад сигнала останется неизменным. Время реакции ДСПШ на нарастание сигналов малого уровня (от −20 до −40 дБ) можно регулировать (в сторону увеличения) подбором резистора *R27*, включенного между выводами *1* и *3*. Увеличение времени реакции пропорционально сумме сопротивлений этого резистора и резистора *R7*.

Напряжение входного сигнала на выводе *17* устанавливают близким к 100 мВ (номинальное значение) подбором резисторов делителя *R1R2*. Номиналы резисторов не должны быть слишком большими, поскольку при этом увеличиваются шумы на выходе устройства и напряжение смещения усилителя *A1*. Номинальное значение входного напряжения может быть выбрано и другим, однако это приведет к соответствующему изменению порога шумопонижения (зависимость обратно пропорциональная).

ДСПШ на ИМС К157ХП3 допускает четырехкратную перегрузку по входу при коэффициенте гармоник $K_г$ не более 0,5 % (типовое значение $K_г$ при уровне входного сигнала 400 мВ – 0,1 %).

Для некоторых экземпляров К157ХП3 напряжение питания может быть снижено до значений $+U_{и.п}$=4 В, $-U_{и.п}$=−8 В (в чем следует убедиться экспериментально). Для устройств, в которых верхняя граничная частота $f_{в.гр.к}$ не превышает 12...13 кГц, напряжение $-U_{и.п}$ может быть снижено до −(6...7) В благодаря сужению требуемого диапазона изменения управляющего напряжения.

Схема включения ИМС К157ХП3 при питании от однополярного источника, отрицательный полюс кото-

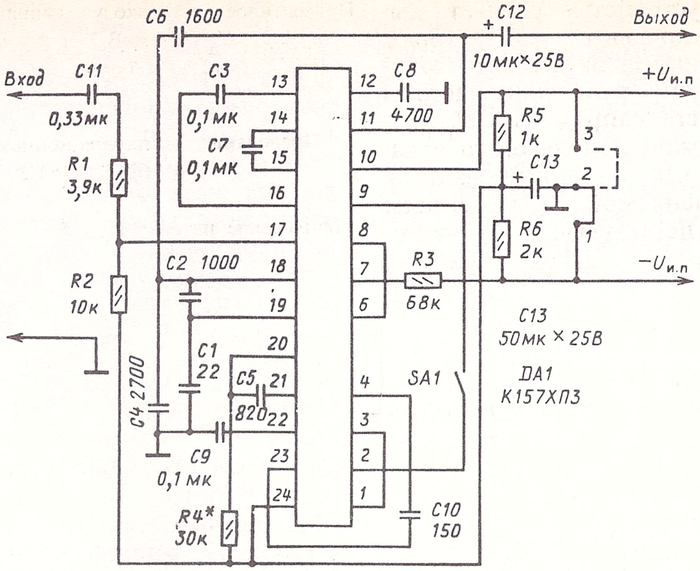


Рис. 3.17. Схема включения ИМС К157ХП3 с однополярным источником питания

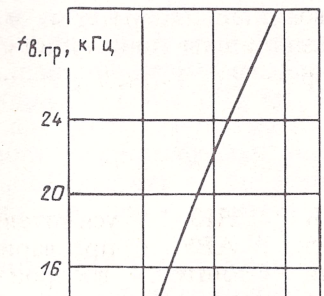


Рис. 3.18. Зависимость верхней граничной частоты от управляющего напряжения

рого соединен с общим проводом устройства, показана на рис. 3.17. Если в качестве общего провода используют положительный полюс источника питания, перемычкой соединяют контакты *2* и *3*, а полярность конденсаторов *C2* и *C3* изменяют на противоположную.

Напряжение однополярного источника питания должно равняться сумме напряжений источников $+U_{\text{и.п}}$ и $-U_{\text{и.п}}$, при этом на выводе *24* оно не должно выходить за границы предельно допустимых значений этих напряжений. Необходимо также учитывать возможность протекания в цепях выводов *24*, *9* и делителя *R5R6* дополнительного тока 0,2...0,8 мА, изменяющего напряжение на выводе *24*. При необходимости его компенсируют более тщательным подбором резисторов *R5* и *R6*.

Напряжения, которые подаются на выводы *13* и *14* ИМС, могут быть использованы для управления устройством индикации, отображающим текущее значение полосы пропускания управляемого фильтра. Входную

цепь такого устройства следует выполнить на полевых транзисторах. На рис. 3.18 приведена типовая зависимость верхней граничной частоты от управляющего напряжения $U_{упр}$.

К157ХП3 можно использовать в качестве ФНЧ как с фиксированной, так и с изменяемой (переменным резистором в цепи вывода *б*) частотой среза в режиме "Шумопонижение выключено".

Электрические параметры ИМС К157ХП3 при 25±10°C и $U_{и.п.ном}$=±15 В

Коэффициент усиления по напряжению K_{yU} при $U_{вх}$=100 мВ, $f_{вх}$=400 Гц и коэффициенте передачи делителя 5 4,7...5,3

Ослабление усиления на верхней граничной частоте входного сигнала $K_{ос.в}$, дБ:
- при $U_{вх}$=100 мВ, $f_{вх}$=20 кГц −2,5...+1
- $U_{вх}$=100 мВ, $f_{вх}$=32 кГц, не более −3
- $U_{вх}$=10 мВ, $f_{вх}$=1 кГц, не менее −3
- $U_{вх}$=10 мВ, $f_{вх}$=2,5 кГц, не более −3
- $U_{вх}$=0,32 мВ, $f_{вх}$=6 кГц, не менее −3
- $U_{вх}$=3,2 мВ, $f_{вх}$=6 кГц, не более −3
- $U_{вх}$=1 мВ, $f_{вх}$=10 кГц, не более −3

Ослабление усиления на нижней граничной частоте $K_{ос.н}$, дБ при $U_{вх}$=50 мВ, f=1 кГц, не более −16

Коэффициент гармоник $K_г$ %, при $U_{и.п}$=±12 В, $U_{вх}$=400 мВ, f=400 Гц, а также f=20 000 Гц, не более 0,5

Входной ток $I_{вх}$, мА, через вывод 17, не более 0,5

Выходной ток $I_{вых}$, мкА, через выводы *13, 14*:
- при $U_{вх}$=0 13...26
- $U_{вх}$=1 мВ, f=10 кГц 3...10
- $U_{вх}$=10 мВ, f=10 кГц 150...450

Выходное напряжение покоя $U_{вых\ о}$, В, не более ±0,5

Приведенное ко входу напряжение шумов $U_{ш.вх}$, мкВ, при $U_{вх}$=0, f=0,02...20 кГц, не более 15

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К157ХП3

Напряжение питания $U_{и.п}$, В:
- минимальное ±12
- максимальное ±16,5

Ток потребления $I_{пот}$, мА, от одного источника при $U_{вх}$=0, $U_{и.п}$=±16,5 В, не более 8,5

Максимальное входное напряжение $U_{вх\ max}$, не более ±$U_{и.п}$

Максимальное выходное напряжение $U_{вых\ max}$, В, при $U_{вх}$=±3 В, $U_{и.п}$=±15 В не менее ±11

Максимальный выходной ток $I_{вых\ max}$, мА, через вывод *11* при $U_{вх}$=±3 В, $U_{и.п}$=±15 В 6...20

3.2. СЕРИЯ К174

Серия К174 представляет собой комплект аналоговых микросхем для звукопроводящей аппаратуры. Микросхемы выполнены на биполярных транзисторах с изоляцией *p-n* переходом.

Состав серии

ИМС К174УН13 – усилитель записи с АРУ и предварительный усилитель воспроизведения звука

ИМС К174ХА3А,Б – устройство подавления шумов в трактах приема-передачи звуковой информации

Микросхемы выпускаются в прямоугольном полимерном корпусе с перпендикулярным расположением выводов.

Номер чертежа корпуса и основные эксплуатационные характеристики микросхем помещены в табл. 3.2.

ИМС К174УН13 (рис. 3.19) представляет собой устройство, содержа-

Таблица 3.2

Микросхема	Номинальное напряжение питания, В	Рабочий диапазон температур, °С	Гарантированная наработка на отказ, ч	Гарантированный срок хранения, лет	Тип корпуса	Номер чертежа корпуса
К174УН13	+ 9±10 %	−25...+55	25 000	12	238.16 – 1	9
К174ХА3	+15±10 %	−10...+55	15 000	10	238.16 – 1	9

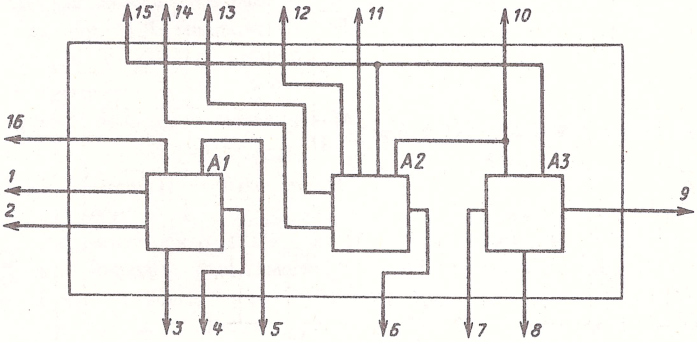


Рис. 3.19 а. Функциональная схема ИМС К174УН13

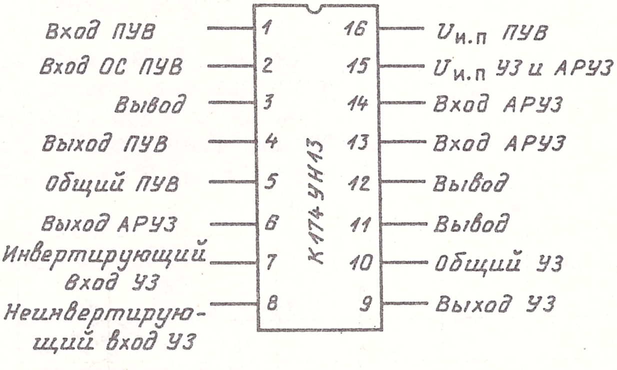


Рис. 3.19 б. Назначение выводов ИМС К174УН13

щее предварительный усилитель *А1*, узел автоматической регулировки уровня записи *А2* и усилитель записи *А3*. ИМС предназначена для использования в усилителе записи с АРУ и предварительных усилителях воспроизведения магнитофонов. Основные зависимости параметров от режимов работы ИМС приведены на рис. 3.20 а...3.20 г.

Электрические параметры ИМС К174УН13 при 25±10°С и $U_{и.п.ном}$=9 В

Ток потребления $I_{пот}$, мА:

предварительного усилителя....................3...8

усилителя записи с АРУ..........................6...16

Коэффициент усиления напряжения K_{yU}, дБ, усилителя записи с АРУ, не менее..50

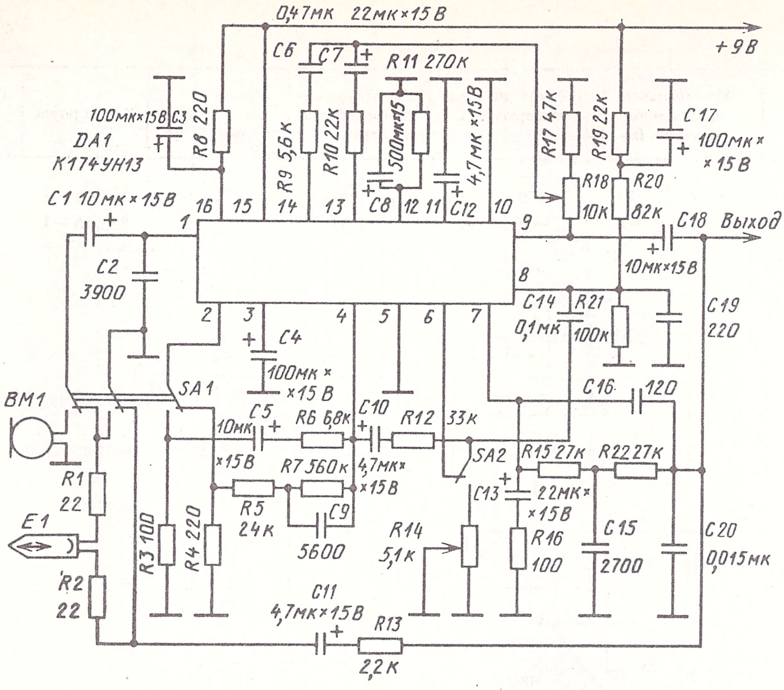


Рис. 3.19 в. Типовая схема включения ИМС К174УН13

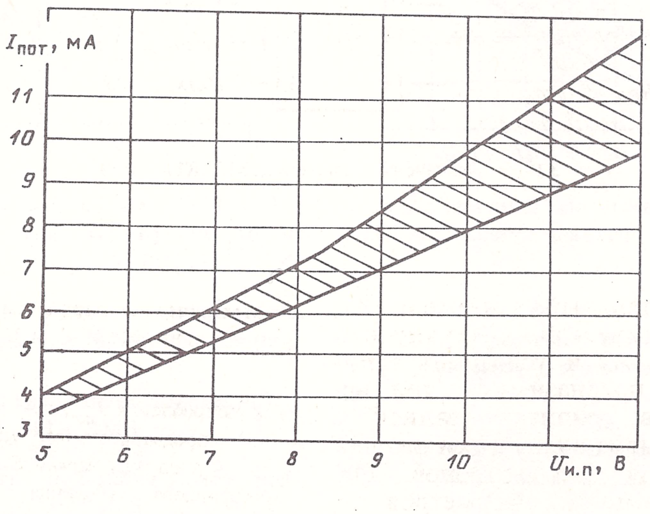


Рис. 3.20 а. Зависимость тока потребления предварительного усилителя от напряжения питания для ИМС К174УН13

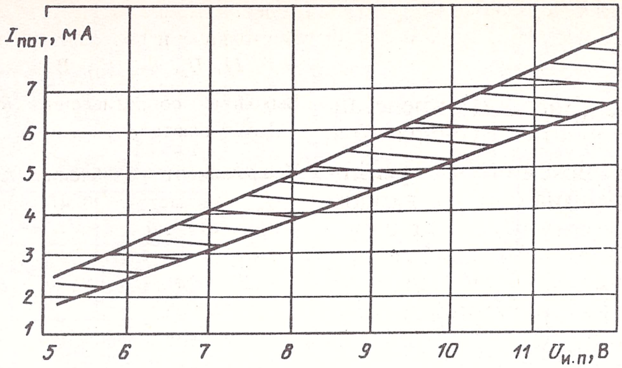


Рис. 3.20 б. Зависимость тока потребления усилителя записи с АРУ от напряжения питания для ИМС К174УН13

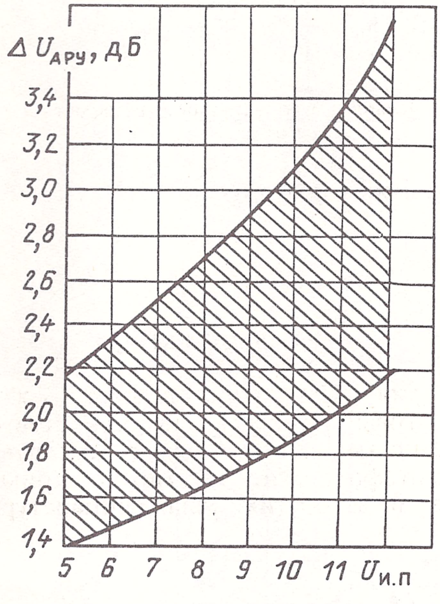


Рис. 3.20 в. Зависимость диапазона АРУ по напряжению от напряжения питания для ИМС К174УН13

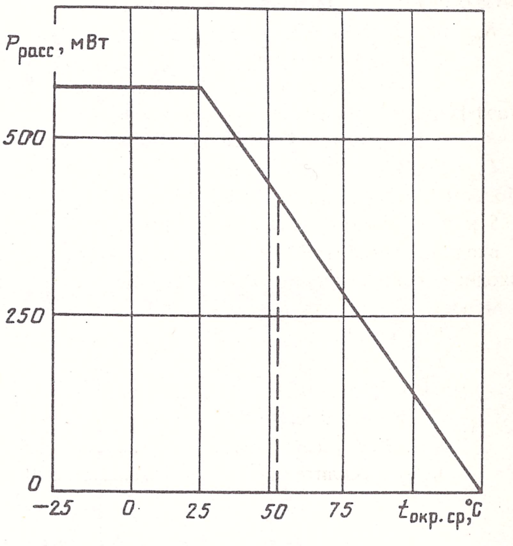


Рис. 3.20 г. Зависимость мощности рассеивания от температуры окружающей среды для ИМС К174УН13

Коэффициент гармоник $K_г$, %, не более предварительного усилителя

при коэффициенте усиления 28 дБ..0,2

усилителя записи без АРУ

при коэффициенте усиления 54 дБ..0,4

Диапазон АРУ по напряжению $\Delta U_{АРУ}$, дБ, не более..6

Приведенное ко входу напряжение шумов $U_{вх.ш}$, мкВ, не более..............................1,2

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К174УН13

Напряжение питания на выводах *15*, *16* U_{15}, U_{16}, В

минимальное..4

максимальное..12

Входное напряжение $U_{вх}$, мВ, не более 100

Сопротивление нагрузки $R_н$, кОм, не менее 10

ИМС К174ХА3 (рис. 3.21) представляет собой устройство, содержащее стабилизатор напряжения *A1*, усилители с дифференциальным входом *A2 – A6*, ограничитель *ZL1*, управляемый резистор *A7* и детектор *U1*.

ИМС предназначена для усиления и шумоподавления в трактах передачи звукового сигнала.

Электрические параметры ИМС К174ХА3 при 25±10°С и $U_{и.п.ном}$=15 В

Ток потребления $I_{пот}$, мА 15...30

Коэффициент усиления напряжения K_{yU} при $U_{вх}$=10 мВ:
- 1 – 3-го усилителей 16...24
- 4, 5-го усилителей 480...720

Коэффициент усиления напряжения K_{yU} 3, 4-го усилителей при $U_{вх}$=1 мВ 10...17

Подъем АЧХ $K_{АЧХ}$, дБ, на частоте 5 кГц в режиме записи при уровне входного сигнала −30 дБ 6,5...9,5

Входное сопротивление $R_{вх}$, кОм, не менее:
- 1-го усилителя 50
- 2-го усилителя 5

Коэффициент гармоник $K_г$, %, при $U_{вых}$=2 В, не более:
- 1, 2, 3-го усилителей 0,5
- 4, 5-го усилителей 10

Коэффициент гармоник $K_г$, % 3, 4-го усилителей при $U_{вых}$=0,2 В, не более 1

Постоянное напряжение на выводах *4, 7, 11*, U_4, U_7, U_{11}, В 6,5...9,5

Выходное сопротивление $R_{вых}$, кОм, 1-го усилителя 2,5...3,5

Коэффициент ослабления $K_{ос}$, дБ, на $f_{в.гр}$ на частоте 20 кГц, не более 3

Отношение сигнал/шум $K_ш$, дБ, относительно $U_{вых}$=730 мВ, не менее:
- К174ХА3А 66
- К174ХА3Б 60

Коэффициент ослабления входного напряжения $K_{ос.вх}$, дБ, между каналами при $U_{вх}=U_{вых}$=1 В, f=1 кГц; 12 кГц, не менее 56

Полоса пропускания Δf, Гц, при K_{yU}=0 дБ 20...20000

Входное сопротивление $R_{вх}$, кОм, в типовой схеме, не менее 250

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К174ХА3

Напряжение питания $U_{и.п}$, В 10...20

3.3 СЕРИЯ К547

Серия К547 представляет собой аналоговые микросхемы для стереофонических катушечных и кассетных магнитофонов, но их можно применять и в других узлах аппаратуры ЗЧ.

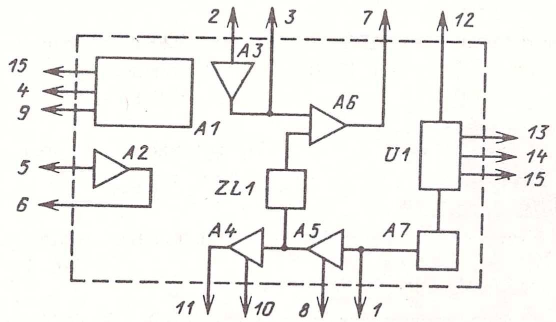
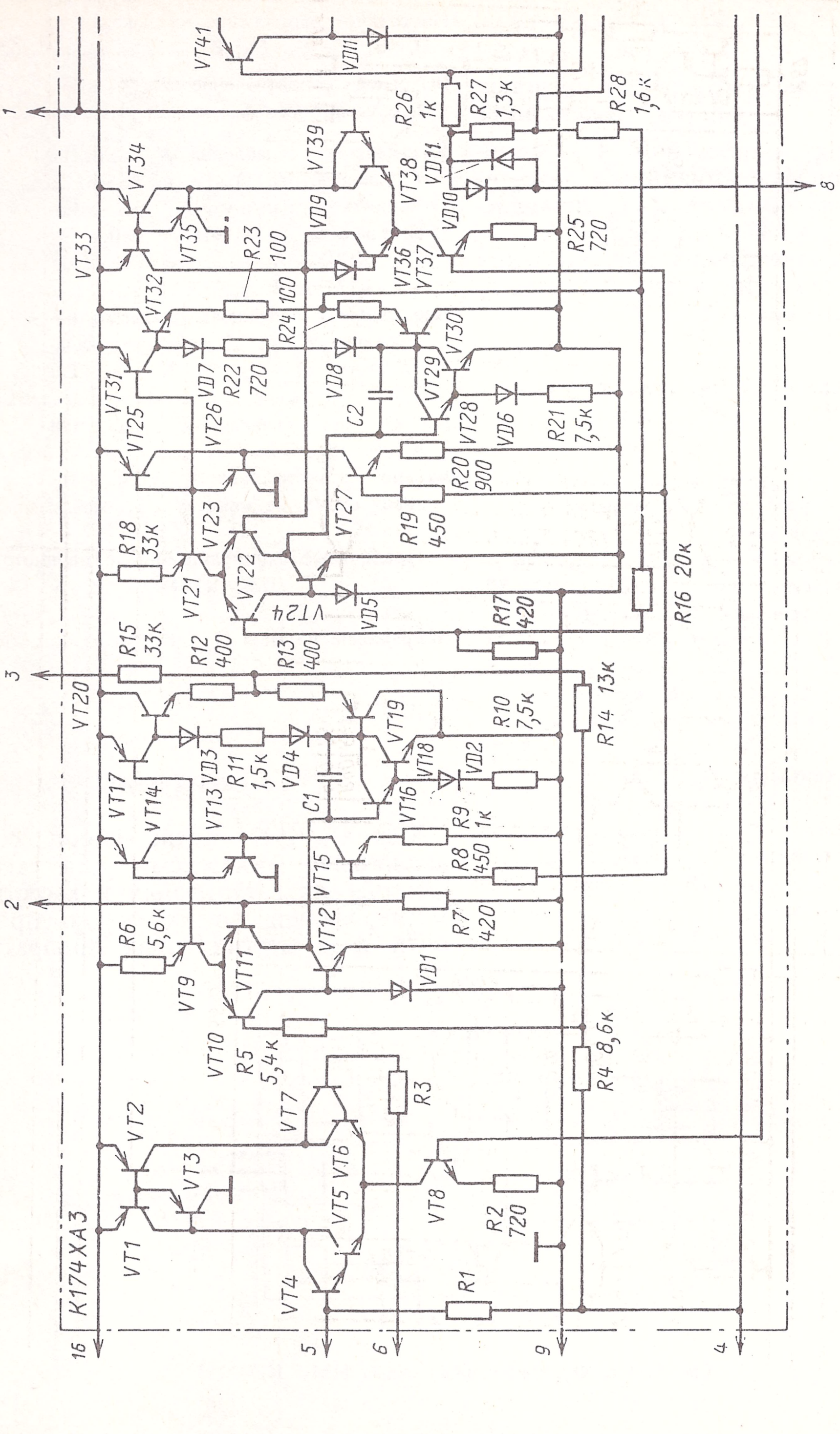


Рис. 3.21 а. Функциональная схема ИМС К174ХА3


К174ХА3
VT1
VT2
VT3
VT4
VT5 VT6
VT7
VT8
R1
R2 720
R3
R4 8,6к
R5 5,4к
VT10
VT9
VT11
VT12
R6 5,6к
R7 420
VD1
VT15
VT14
VT13
VT16
VT17
R8 450
R9 1к
C1
VD2
VT18
VD3
R11 1,5к
VD4
VT19
VT20
R10 7,5к
R12 400
R13 400
R14 13к
R15 33к
R17 420
VD5
VT24
VT21
VT22
R16 20к
R18 33к
VT23
VT27
R19 450
R20 900
VT25
VT26
C2
VT28
VD6
R21 7,5к
VT31
VD7
R22 720
VD8
VT29
VT30
VT32
R24 100
R23 100
VT33
VT35
VT34
VT36
VT37
VD9
R25 720
VD10
VT38
VT39
VD11
R26 1к
R27 1,3к
R28 1,6к
VT41
VD11
1
2
3
4
5
6
8
9
16

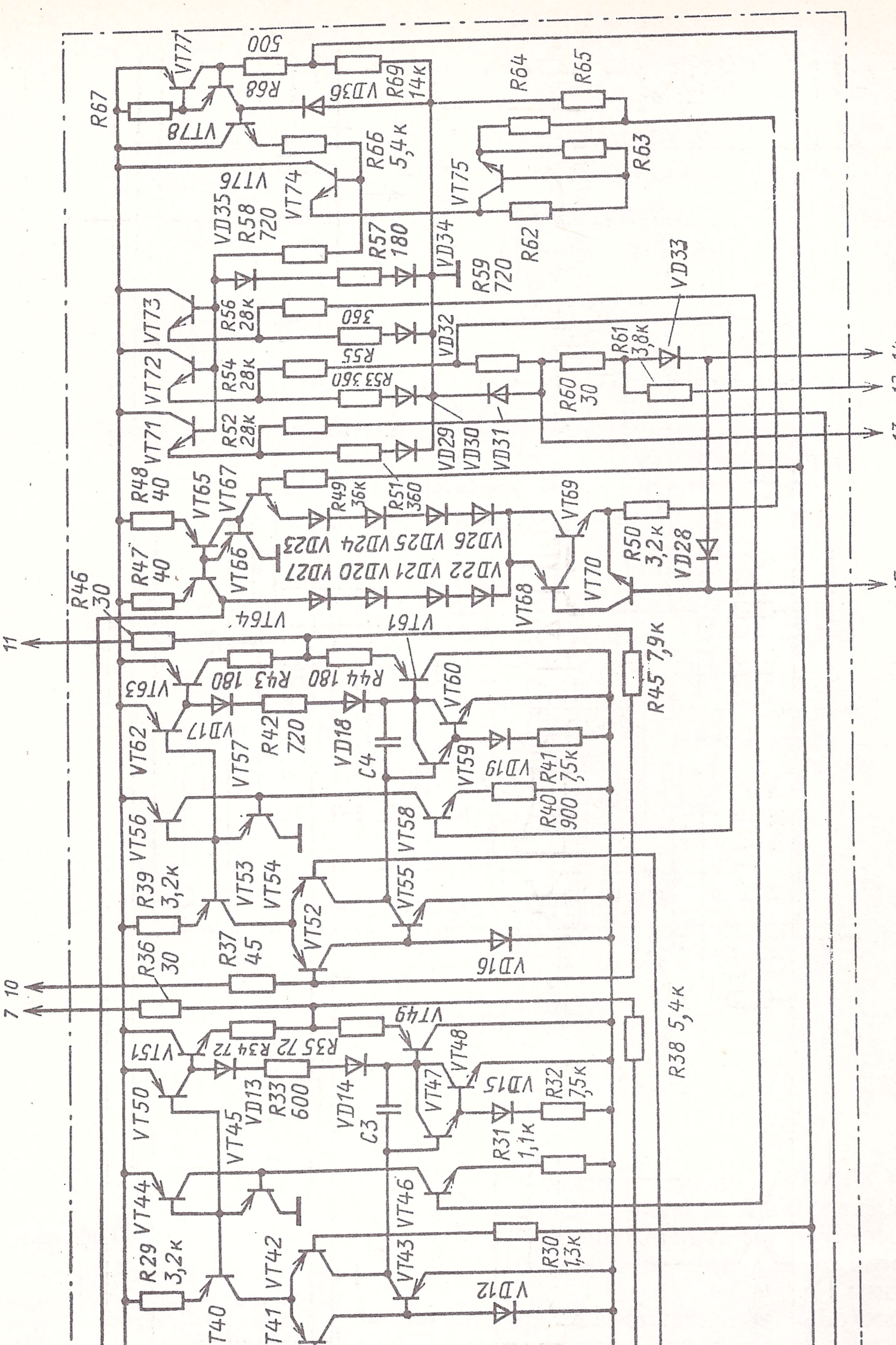


Рис. 3.21 б. Принципиальная схема ИМС К174ХА3

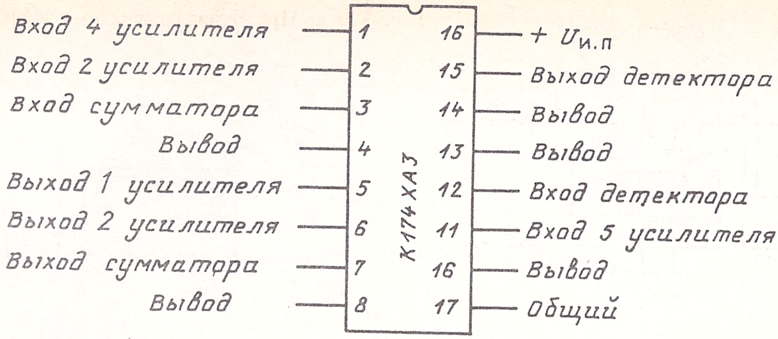


Рис. 3.21 в. Назначение выводов ИМС К174ХА3

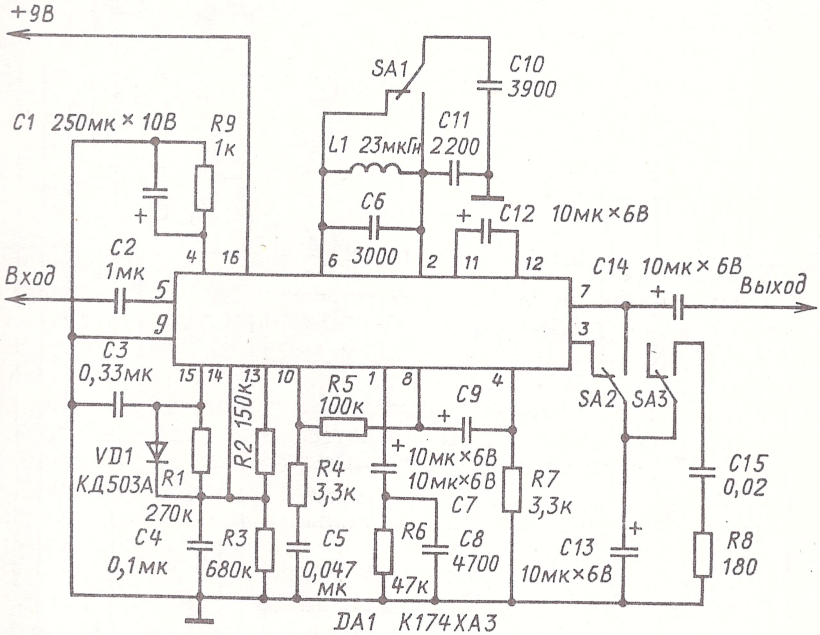


Рис. 3.21 г. Типовая схема включения ИМС К174ХА3

Состав серии

К547КП1А-Г – четырехканальный электронный переключатель

Микросхемы выполнены по МОП технологии с индуцированным каналом *p*-типа.

Микросхемы выпускаются в прямоугольном полимерном корпусе с перпендикулярным расположением выводов. Номера чертежей корпусов и основные эксплуатационные характеристики микросхемы приведены в табл. 3.3.

Таблица 3.3.

Микросхема	Рабочий диапазон температур,°С	Тип корпуса	Номер чертежа корпуса
К547КП1	−25...+70	201.14 – 1	3

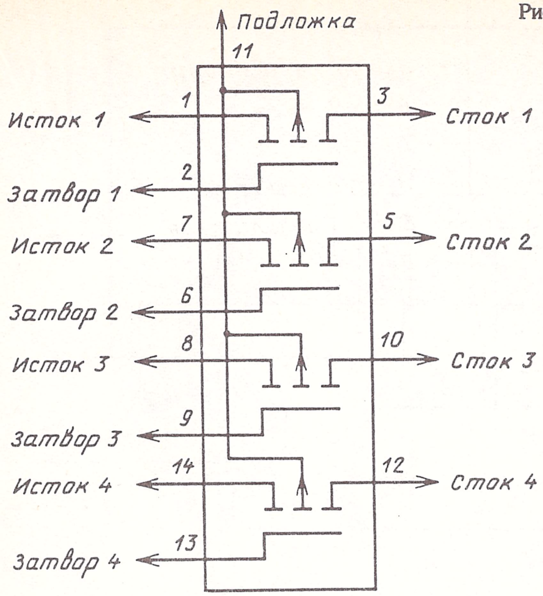


Рис. 3.22 а. Принципиальная схема ИМС К547КП1

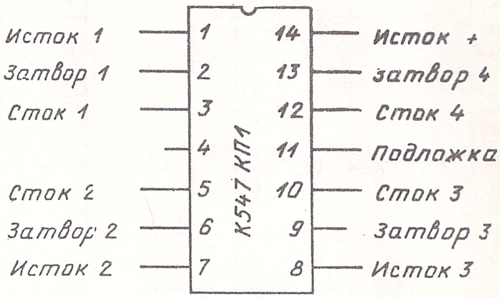


Рис. 3.22 б. Назначение выводов ИМС К547КП1

ИМС К547КП1 (рис. 3.22) предназначена для переключения аналоговых сигналов. Она содержит четыре идентичных МОП-транзистора (ключа) с индуцированным каналом *p*-типа. Ключи имеют большое отношение сопротивлений в проводящем и закрытом состоянии, хорошую изоляцию по постоянному току между цепями управления (затворов) и цепями коммутируемого сигнала (сток, исток) и, подобно электромеханическим реле, обеспечивают передачу сигнала в обоих направлениях.

Открывают ключи подавая на затворы напряжения отрицательной полярности, которое должно превышать максимальное отрицательное напряжение коммутируемого сигнала (на стоке или истоке) не менее чем на значение порогового напряжения ключа (для надежного открывания ключа выбирают обычно около 3 В). Для закрывания ключей на затворы должно быть подано положительное напряжение коммутируемого сигнала. Напряжение на подложке должно быть положительным по отношению к стоку и истоку и превышать максимальное положительное напряжение сигнала.

ИМС К547КП1 подразделяются на четыре группы (А...Г), отличающиеся максимально допустимым напряжением между стоком (истоком) и подложкой. Кроме того, для ИМС группы Г нормирован коэффициент динамических сопротивлений между стоком и истоком транзисторов, что позволяет использовать их в многоканальных аттенюаторах напряжения.

На рис. 3.22 в показан пример применения ИМС для коммутации сигнала на входе усилителя звуковой частоты в режиме "Монитор". Этот режим позволяет при подключении магнитофона со сквозным каналом одновременно с записью контролировать на слух записываемую фонограмму, а также прослушивать во время записи на магнитофон любой другой источник сигнала.

На два входа (выводы *7*, *8*) ИМС *DA1* поступают сигналы с любого источника (тюнера, магнитофона, проигрывателя, телевизора) на два других (выводы *1*, *14*) – стереофонический сигнал с магнитофона со сквозным трактом. Режим "Монитор" устанавливают нажатием на кнопку *SB1*. При этом напряжение отрицательной (открывающей ключи) полярности

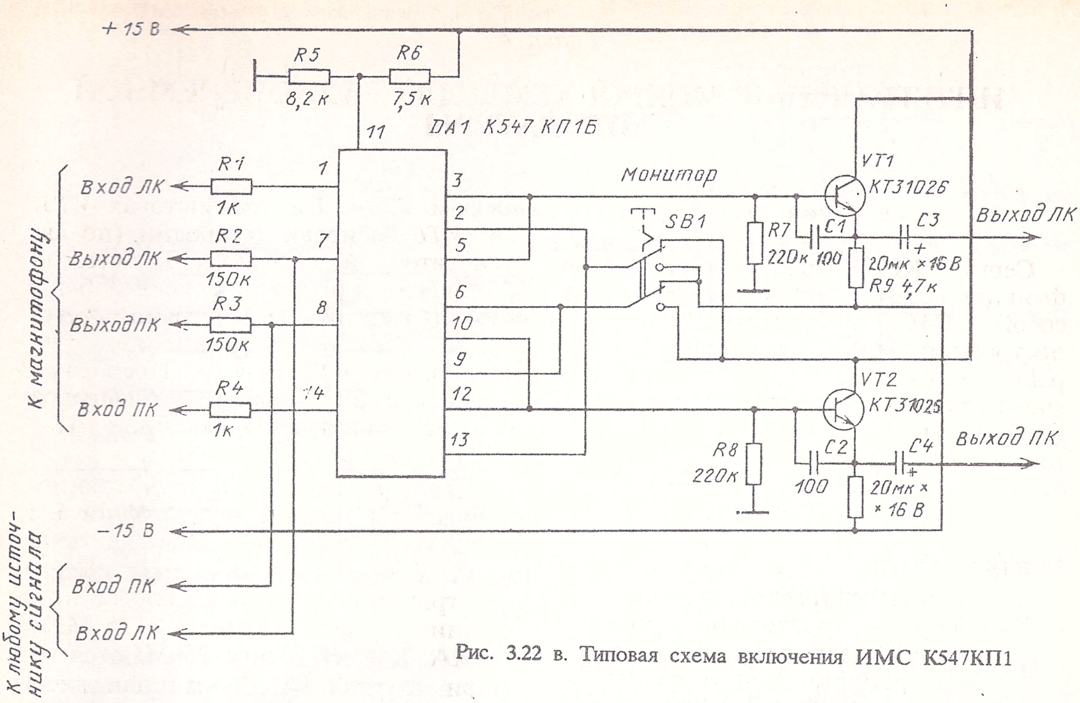


Рис. 3.22 в. Типовая схема включения ИМС К547КП1

поступает на выводы *2, 13*, а положительный (закрывающей) – на выводы *6, 9*. В результате на выводы *3, 5* и *10, 12* ИМС поступает только сигнал с магнитофона. Применение эмиттерных повторителей на транзисторах *VT1, VT2* обеспечивает стандартное (220 кОм) входное сопротивление входов, а также способствует сохранению большого переходного затухания (благодаря низкому выходному сопротивлению).

Необходимое напряжение на подложке полевых транзисторов ИМС обеспечивается делителем *R5R6*.

Электрические параметры ИМС К547КП1 при 25±10°С

Пороговое напряжение $U_{пор}$, В −(3...6)

Динамическое сопротивление в открытом состоянии $R_{откр}$, Ом, не более 100

Ток утечки $I_{ут}$, мкА, при предельно допустимых напряжениях, не более 50

Ток утечки закрытого ключа $I_{ут.кл}$, мкА, не более 50

Коэффициент неидентичности динамических сопротивлений сток-исток транзисторов K_R, дБ, (только для группы Г), не более 3

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К547КП1

Напряжение между затвором и подложкой $U_{з.п}$, В, не более 40

Напряжение между стоком (истоком) и подложкой $U_{с.п}$, $U_{и.п}$, В, не более, для групп:

А 30

Б 25

В и Г 15

Наибольший коммутируемый ток $I_{ком}$, мА 20

Рассеиваемая мощность $P_{расс}$, мВт, (в диапазоне температур −25...+25°С), не более 500

При температуре окружающей среды $T > 25$°С допустимую рассеиваемую мощность (мВт) рассчитывают по формуле:

$$P_{расс} = \frac{125 - T}{0{,}22}$$

Глава 4

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ МИКРОСХЕМЫ ДЛЯ РАДИОПРИЕМНОЙ АППАРАТУРЫ

4.1. СЕРИЯ К157

Серия К157 представляет собой функционально сопряженные между собой ИМС, предназначенные для построения функциональных узлов радиовещательных приемников и магнитол. Микросхемы выполнены на биполярных транзисторах с изоляцией *p-n* переходом.

Состав серии

К157ХА1А,Б – усилитель высокой частоты с преобразователем

К157ХА2 – усилитель промежуточной частоты с автоматической регулировкой усиления

Микросхемы выпускаются в прямоугольных полимерных корпусах 201.14 – 1 с перпендикулярным расположением выводов.

Основные эксплуатационные характеристики приведенных типов микросхем помещены в табл. 4.1.

ИМС К157ХА1А, К157ХА1Б (рис. 4.1) представляют собой усилители высокой частоты с преобразователем и содержат дифференциальный усилитель на транзисторах *VT2...VT6* без коллекторных нагрузок и отдельный транзистор *VT1*. Каскад на транзисторе *VT1* обычно играет роль апериодического усилителя ВЧ с отрицательной обратной связью по напряжению, регулируемой внешним резистором, который подключают к выводам *1*, *14*. На транзисторах *VT3*, *VT4*, *VT6* собирают гетеродин (по автогенераторной схеме). Транзистор *VT3* служит для автоматической регулировки амплитуды колебаний гетеродина. Смеситель выполнен на транзисторах *VT2* и *VT5*. Преобразованный сигнал снимается с выводов *10* и *12*, напряжение внешней АРУ подается на вывод *13*.

В зависимости от верхней граничной частоты полосы пропускания ВЧ тракта ИМС подразделяются на группы А и Б. К157ХА1А имеет верхнюю граничную частоту полосы пропускания не менее 15 МГц, К157ХА1Б – не менее 25 МГц.

При разработке блока усилителя высокой частоты и преобразователя с использованием ИМС К157ХА1 необходимо учитывать следующее. Усилитель высокой частоты может быть выполнен как с резонансной, так и с нерезонансной нагрузкой. В последнем случае, если требуется получить оптимальные шумовые характеристики схемы, рекомендуемое значение внутреннего сопротивления источника сигнала должно составлять 0,5...1 кОм. Высокочастотный сигнал через конденсатор *C1* подают на вывод *1* ИМС. Усиленный УВЧ сигнал поступает на смеситель. Гетеродин для упрощения коммутации в многодиапазонных устройствах выполнен по схеме с отрицательным сопротивлением и стабилизацией амплитуды

Таблица 4.1

Микросхема	Номинальное напряжение питания, В	Рабочий диапазон температур, °C	Гарантированная наработка микросхемы на отказ, ч	Гарантированный срок хранения, лет	Число элементов	Номер чертежа корпуса
К157ХА1	+5±0,5	−25...+70	10 000	6	13	3
К157ХА2	+5±0,5	−25...+70	10 000	6	33	3

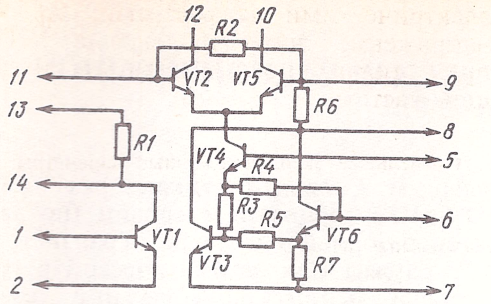


Рис. 4.1 а. Принципиальная схема ИМС К157ХА1А,Б

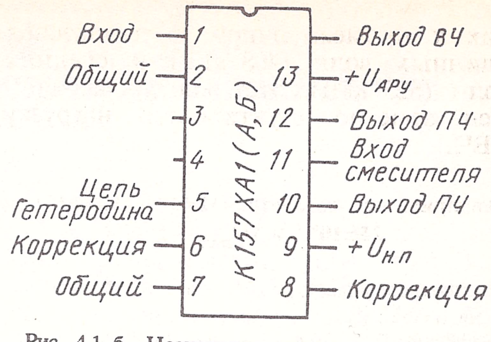


Рис. 4.1 б. Назначение выводов микросхемы К157ХА1

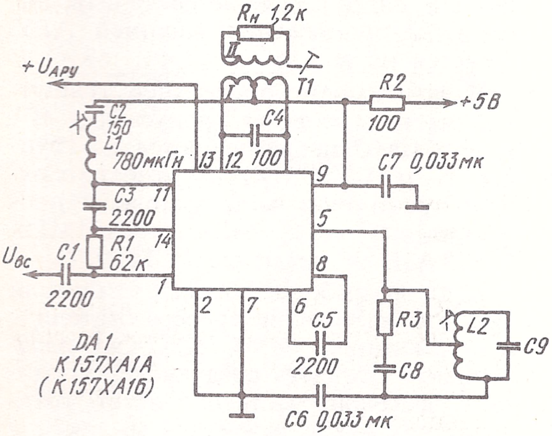


Рис. 4.1 в. Типовая схема включения ИМС К157ХА1А,Б. Цепь *R3*, *C8* устанавливается при появлении паразитных колебаний и выбирается из условия $R_{5...8} \leq 1{,}5$ кОм, где $R_{5...8}$ – сопротивление паразитного контура на его собственной частоте

колебаний на базе трнзисторов ИМС и внешнего контура *L2C9*. Эквивалентное сопротивление частотнозадающего контура *L2C9*, приведенное к выводам *5*, *8* ИМС, рекомендуется выбирать в пределах 4...10 кОм. При уменьшении эквивалентного сопротивления ухудшаются условия возбуждения, при увеличении – снижается стабильность частоты.

Для более стабильной работы гетеродина с изменением частоты генерации, расстояние между конденсаторами *C5*, *C6* и выводами *6*, *8* должно быть минимальным.

Смеситель выполнен по балансной схеме. Чтобы на его выход не проникало напряжение гетеродина, не влияло на выход смесителя (выводы *10*, *12*), необходимо обе половины обмотки I трансформатора *T1* изготовить симметричными по отношению к среднему отводу. Это достигается одновременно намоткой общих частей первичной обмотки в два провода и их последовательным включением. В правильно спроектированном устройстве напряжение гетеродина на выводах *10*, *12* относительно корпуса не должно превышать 100...200 мВ во всем частотном диапазоне гетеродина.

Эквивалентное сопротивление контура смесителя (между выводами *10*, *12*) с учетом подключаемой нагрузки (обычно фильтра с входным сопротивлением 1, 2 кОм) желательно выбирать примерно равным 10 кОм.

Параметры режекторного контура *L1C2* следует выбирать таким образом, чтобы он обеспечивал эффективное подавление ПЧ, т. е. его сопротивление на этой частоте должно быть значительно меньше сопротивления нагрузки УВЧ, приблизительно равного 240 Ом. В то же время на рабочих частотах, наиболее близ-

ких к промежуточной (в диапазонах длинных волн (408 кГц) и средних волн (525 кГц), этот контур не должен заметно шунтировать нагрузку УВЧ.

Электрические параметры ИМС К157ХА1 при 25±10°С и $U_{и.п.ном}=5$ В

Ток потребления $I_{пот}$, мА, при $U_{вх}=0$, не более 3,3

Коэффициент усиления по напряжению K_{yU} при $U_{вх}=0{,}2$ мВ, $f=0{,}15$ МГц, $f_{мод}=1$ кГц, $m=0{,}3$ 150...350

Коэффициент шума $K_ш$, дБ, не более 6

Коэффициент шума $K_ш$ (в децибелах) вычисляют по формуле

$$K_ш = 20\lg \frac{8mK_д U_{вх}}{\sqrt{\Delta f R3}} \frac{U_ш}{U_с},$$

где $m=0{,}3$ – глубина модуляции входного сигнала, $K_д=0{,}1$ – коэффициент передачи делителя на входе микросхемы, $U_{вх}$, мкВ – напряжение входного сигнала, $\Delta f=10{,}5\pm0{,}5$ кГц – полоса пропускания тракта УПЧ и контура сместителя, $R3=0{,}576$ кОм – сопротивление шумового резистора (между выводами *1* и *14* ИМС), $U_с$ – максимальный выходной сигнал на выходе УПЧ в пределах полосы пропускания при параметрах входного сигнала в соответствии с указанными выше электрическими параметрами, $U_ш$ – напряжение шума на выходе УПЧ при отключенной модуляции несущей частоты.

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К157ХА1

Напряжение питания $U_{и.п}$, В:

- минимальное 3,6
- максимальное 6

Ток потребления $I_{пот}$, мА, не более:

- $U_{вх}=0$, $U_{и.п}=6$ В, $t=70$°С 4
- $U_{вх}=0$, $U_{и.п}=3{,}6$ В, $t=-25$°С 3,1

Коэффициент усиления по напряжению K_{yU} при $t_{окр.ср}=-25...+70$°С, $U_{и.п}=3{,}6...6$ В 100...400

Ток в цепи вывода *14* при подключенной внешней нагрузке I_{14}, мА, не более 10

Потребляемая мощность $P_{пот}$, мВт, не более 25

ИМС R157ХА2 (рис. 4.2) представляет собой усилитель промежуточной частоты с амплитудным детектором и системой АРУ на базе дифференциального усилителя.

Усилитель ПЧ состоит из регулируемого каскада на транзисторах *VT1*, *VT2*, управляемого по выводу *13* напряжением, и основного усилителя на транзисторах *VT4...VT11*.

Основной усилитель построен по дифференциальной схеме на транзисторах *VT6*, *VT9* с динамической нагрузкой в цепи коллектора транзисто-

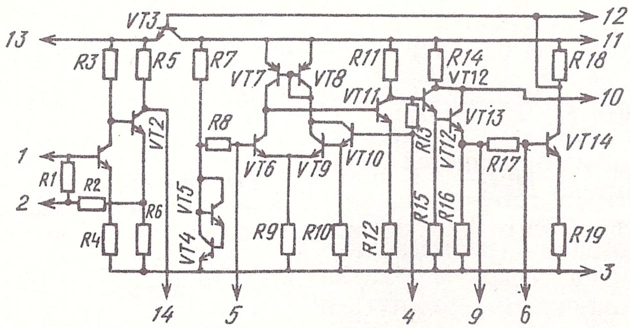


Рис. 4.2 а. Принципиальная схема микросхемы К157ХА2

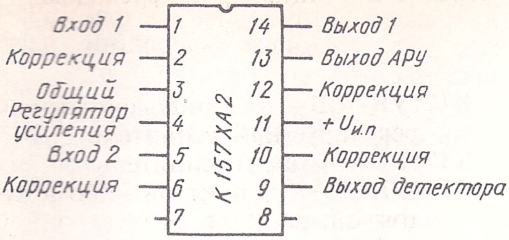


Рис. 4.2 б. Назначение выводов ИМС К157ХА2

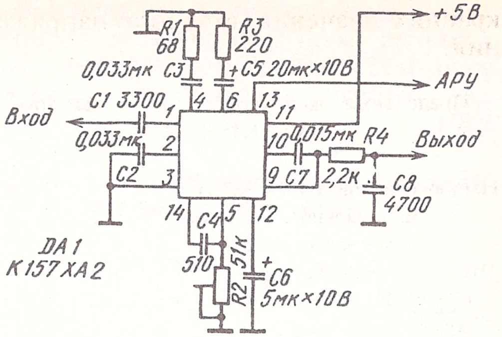


Рис. 4.2 в. Типовая схема включения ИМС К157ХА2

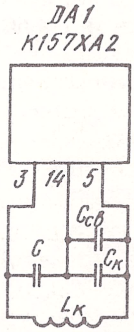


Рис. 4.2 г. Схема включения одиночного контура к ИМС К157ХА2

ра *VT6*. Второй каскад основного усилителя выполнен на транзисторе *VT11* по схеме с общим эмиттером. Усилитель имеет обратную связь по постоянному току, глубина которой определяется делителем, образованным резистором *R13* и цепочкой, подключаемой к выводу *4*. Отличительной особенностью амплитудного детектора на транзисторе *VT13* является его способность работать в широком диапазоне уровней входного сигнала. Усилитель напряжения системы АРУ – двухкаскадный усилитель постоянного тока. Транзистор *VT14* в нем включен по схеме с общим эмиттером, а транзистор *VT3* – по схеме с общим коллектором. Нагрузкой последнего является регулируемый усилитель ИМС.

Усиление регулируют с помощью ООС, сигнал которой подается с выхода усилителя на вывод *4*. Чтобы обеспечить устойчивость работы и улучшить характеристики узла УПЧ, рекомендуется к ИМС подключить одиночный колебательный контур или полосовой фильтр. Одиночный контур включают между выводами *14*, *3* и *5* (см. рис. 4.2 г). Волновое сопротивление части контура, подключаемой к выводам *3*, *14*, приведенное к этим выводам, выбирают так, чтобы получить требуемую полосу пропускания с учетом шунтирования контура внутренним сопротивлением ИМС (между выводами *3* и *14*).

Электрические параметры ИМС К157ХА2 при 25±10°С и $U_{и.п.ном}=+5$ В, $f_{вх}=465$ кГц и $f_{мод}=1$ кГц.

Ток потребления $I_{пот}$, мА, при $U_{вх}=0$, $R_н=\infty$, не более 4

Напряжение АРУ $U_{АРУ}$, В, при $U_{вх}=0$, $R_н=3{,}9$ кОм 3...4,5

Относительное изменение напряжения АРУ $\Delta U_{АРУ\ отн}$ при $U_{вх}=0{,}5...30$ мВ, $R_н=\infty$, $m=30$ % 120

Коэффициент гармоник $K_г$, %, при $U_{вх}=3$ мВ, $R_н=\infty$, $m=80$ %, не более 5

Входное сопротивление $R_{вх}$, кОм, при $U_{вых}=20...40$ мВ, $R_н=\infty$, $m=30$ % 0,43...1

Относительное изменение напряжения АРУ определяется по формуле

$$\Delta U_{АРУотн} = 60 \frac{U'_{вых}}{U''_{вых}},$$

где $U'_{вых}$, $U''_{вых}$ – наибольшее и наименьшее значения выходного на-

пряжения, которым соответствуют два крайних значения входного напряжения.

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К157ХА2

Напряжение питания $U_{и.п}$, В:
минимальное 3
максимальное 6
Ток потребления $I_{пот}$, мА, при $U_{и.п}$=6 В, t=70°С, $U_{вх}$=0, не более 5,5
Напряжение между выводами 10, 11 $U_{10,11}$, В, не более 1,75
Ток в цепи вывода 13 I_{13}, мА, при подключенной внешней нагрузке, не более 1,5
Чувствительность S, мкВ, при $U_{вых}$=30 мВ, m=30 %, t=25°С:
$U_{и.п}$=6 В 9...30
$U_{и.п}$=3,6 В 11...42
Относительное изменение напряжения АРУ $\Delta U_{АРУ\ отн}$:
$U_{и.п}$=6 В, $U_{вх}$=5...300 мВ, $R_н=\infty$, m=30 %, t=70°С 120
$U_{и.п}$=5 В, $U_{вх}$=0,5...30 мВ, $R_н=\infty$, m=30 %, t=−25°С 150

4.2. СЕРИЯ К171

Серия К171 представляет собой комплект ИМС, предназначенных для аппаратуры радиосвязи и радиоэлектронной техники. Микросхемы выполнены на биполярных транзисторах с изоляцией *p-n* переходом.

Состав серии

К171УВ1А,Б – широкополосный регулируемый усилитель
К171УВ2 – видеоусилитель
К171УР1 – усилитель промежуточной частоты с электронной регулировкой усиления

ИМС выпускаются в круглых металлостеклянных корпусах 301.12 – 1 с перпендикулярным расположением выводов.

Основные эксплуатационные характеристики приведенных типов ИМС приведены в табл. 4.2.

ИМС К171УВ1А, К171УВ1Б (рис. 4.3) представляют собой широкополосные трехкаскадные регулируемые усилители, имеющие отрицательные обратные связи. В зависимости от верхней граничной частоты полосы пропускания микросхемы подразделяются на группы А и Б. ИМС К171УВ1А имеет верхнюю граничную частоту не менее 80 МГц, К171УВ1Б – не менее 60 МГц.

Электрические параметры ИМС К171УВ1А,Б при 25±10°С и $U_{и.п.ном}$=6 В

Ток потребления $I_{пот}$, мА, не более 20
Коэффициент усиления по напряжению

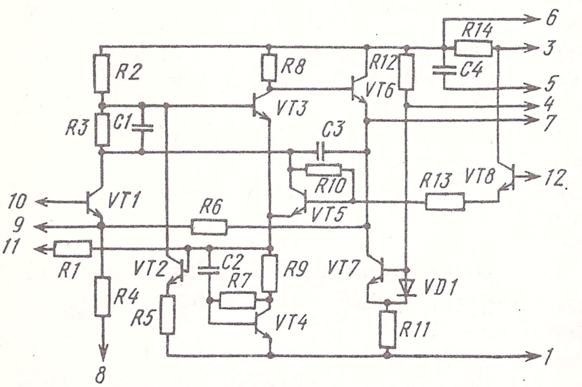


Рис. 4.3 а. Принципиальная схема ИМС К171УВ1А,Б

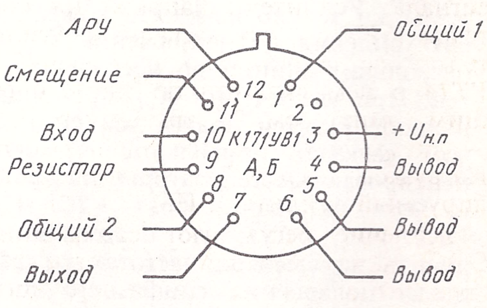


Рис. 4.3 б. Назначение выводов ИМС К171УВ1А,Б

Таблица 4.2

Микросхема	Номинальное напряжение питания, В	Рабочий диапазон температур, °С	Гарантированная наработка микросхемы на отказ, ч	Гарантированный срок хранения, лет	Число элементов	Номер чертежа корпуса
К171УВ1А,Б	+6±0,6	−60...+100	15 000	10	27	15
К171УВ2	±6±0,6	−60...+100	15 000	10	24	15
К171УР1	±6±0,6	−60...+125	15 000	10	14	15

K_{yU} при $U_{вх}$=10 мВ, $f_{вх}$=20 МГц, не менее 7

Диапазон АРУ $K_{АРУ}$, дБ, при $U_{вх}$=10 мВ, $f_{вх}$=20 МГц 40

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К171УВ1А,Б

Напряжение питания $U_{и.п}$, В, не более 6,6

Ток потребления $I_{пот}$, мА, при $U_{и.п}$=6,6 В, не более 20

ИМС К171УВ2 (рис. 4.4) представляет собой широкополосный усилитель и состоит из двух дифференциальных каскадов усиления и оконечных эмиттерных повторителей, образующих парафазные выходы. Резисторы *R2, R3, R6, R7* в эмиттерных цепях транзисторов *VT1, VT3* применены для получения равномерной полосы усиления до 100...120 МГц при малых фазовых искажениях, а также для стабилизации коэффициентов усиления. Включая между выводами *8, 11* и *7, 12* резисторы и перемычки можно изменять коэффициент усиления по напряжению K_{yU} от нескольких единиц до нескольких сотен. При увеличении K_{yU} пропорционально сужается полоса усиления. Во всех каскадах применены термокомпенсированные генераторы стабильного тока на транзисторах *VT2, VT4, VT6, VT9, VT11*, что позволило получить на высоких частотах коэффициент подавления синфазного сигнала в пределах 40...80 дБ (в зависимости от выбранного коэффициента усиления) и коэффициент ослабления влияния напряжения источника питания более 50 дБ.

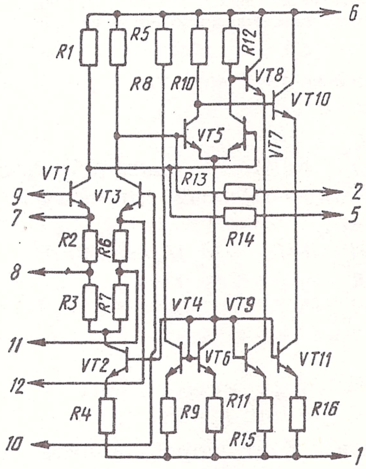


Рис. 4.4 а. Принципиальная схема ИМС К171УВ2

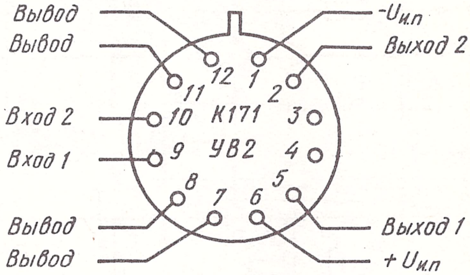


Рис. 4.4 б. Назначение выводов ИМС К171УВ2

Электрические параметры ИМС К171УВ2 при $25\pm10°C$ и $U_{и.п.ном}=\pm6$ В

Ток потребления $I_{пот}$, мА не более.......................25

Коэффициент усиления по напряжению K_{yU}, не менее:

при разомкнутых выводах *7, 8, 11, 12* $U_{вх}=3$ мВ, $f_{вх}=100$ МГц..3

при замкнутых выводах *7, 12* $U_{вх}=10$ мВ, $f_{вх}=100$ кГц.............................40

Входное сопротивление $R_{вх}$, кОм, не менее...2

Коэффициент шума $K_{ш}$, дБ...............................2

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К171УВ2

Напряжение питания $U_{и.п}$, В, не более.. ±6,6

ИМС К171УР1 (рис. 4.5) представляет собой трехкаскадный усилитель промежуточной частоты с электронной регулировкой усиления.

Электрические параметры ИМС К171УР1 при $25\pm10°C$ и $U_{и.п.ном}=\pm6$ В

Коэффициент усиления по току K_{yI} при $U_{вх}=30$ мВ, $f_{вх}=30$ МГц, не менее...16

Коэффициент шума $K_{ш}$, дБ, при $f_{вх}=20$ МГц, не более...................................10

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К171УР1

Напряжение питания $U_{и.п}$, В, не более.. ±6,6

Ток потребления $I_{пот}$, мА, при $U_{и.п}=\pm6,6$ В, не более:

I_1 $(+U_{и.п})$...7

I_2 $(-U_{и.п})$...4

4.3. СЕРИЯ К174

Серия К174 представляет собой комплект ИМС, предназначенных для высококачественной радиовещательной звуковоспроизводящей аппаратуры. Микросхемы выполнены на биполярных транзисторах с изоляцией *p-n* переходом.

Состав серии

ИМС К174УР3 – тракт усиления, ограничения промежуточной частоты, частотного детектирования, предварительного усиления низкой частоты

ИМС К174УР7 – усилитель-ограничитель и частотный детектор ЧМ сигнала

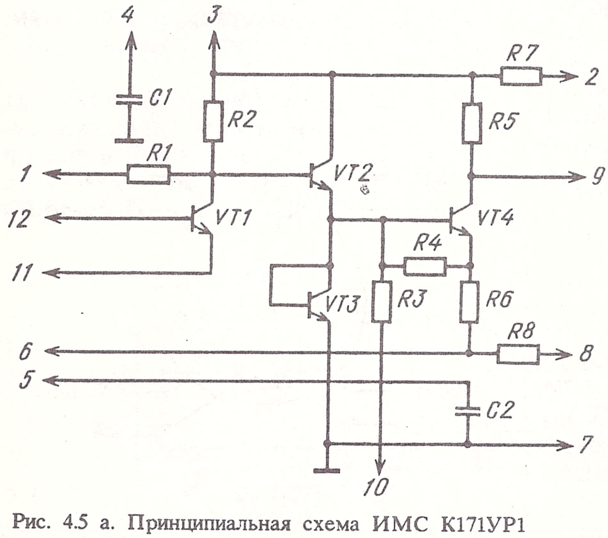


Рис. 4.5 а. Принципиальная схема ИМС К171УР1

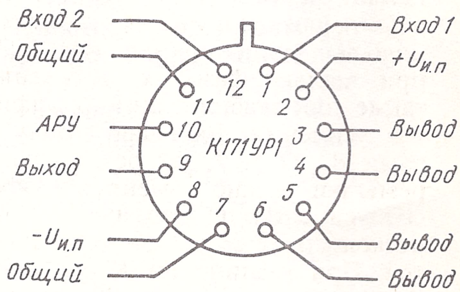


Рис. 4.5 б. Назначение выводов ИМС К171УР1

Таблица 4.3

Микросхема	Номинальное напряжение питания, В	Рабочий диапазон температур, °С	Гарантированная наработка микросхем на отказ, ч	Гарантированный срок хранения, лет	Число элементов	Номер чертежа корпуса	Тип корпуса
К174УР3	+ 6±0,6	−25...+55	16 000	10	114	4	201.14 – 1
К174УР7	+ 6±0,6	−25...+55	25 000	12	86	12	238.16 – 1
К174ПС1	+ 9±0,9	−25...+55	20 000	12	17	4	201.14 – 1
КФ174ПС1	+ 9±0,9	−25...+55	20 000	12	17	34	МО4.10 – 1
К174ХА2	+ 9±0,9	−25...+55	15 000	10	112	12	238.16 – 2
К174ХА4	+15±0,75	−25...+55	15 000	10	81	9	201.16 – 13
К174ХА5	+12±1,2	−25...+55	15 000	10	233	14	238.18 – 1
К174ХА6	+12±1,2	−25...+55	15 000	10	233	15	238.18 – 3
К174ХА7	+ 9±0,9	−25...+55	15 000	10	63	9	201.16 – 13
К174ХА10	+ 9±0,9	−25...+55	15 000	10	135	12	238.16 – 2
К174ХА12	+18±1,8	−25...+55	15 000	10	81	12	238.16 – 2
К174ХА14	+12±1,2	−25...+55	25 000	10	208	40	2120.24 – 6
К174ХА15	+ 9±0,45	−25...+55	15 000	10	36	12	238.16 – 2
К174ХА19	+ 9±0,9	−25...+55	25 000	10	117	23	2103.16 – 9

ИМС К174ПС1 – двойной балансный смеситель до 200 МГц

ИМС К174ХА2 – приемно-усилительный тракт АМ приемников с системой АРУ

ИМС К174ХА4 – тракт фазовой автоподстройки частоты

ИМС К174ХА5 – ЧМ тракт радиовещания

ИМС К174ХА6 – усилитель-ограничитель и детектор ЧМ-сигнала

ИМС К174ХА7 – многофазный перемножитель сигналов для выделения одной боковой полосы

ИМС К174ХА10 – однокристальный радиоприемник IV класса

ИМС К174ХА12 – тракт фазовой автоподстройки частоты

ИМС К174ХА14 – стереодекодер системы с полярной модуляцией

ИМС К174ХА15 – многофункциональная ИМС для УКВ блока

ИМС К174ХА19 – стабилизатор управляющего напряжения настройки.

Микросхемы выпускаются в прямоугольных полимерных и металлокерамических корпусах с перпендикулярным расположением выводов.

Основные эксплуатационные характеристики приведенных типов ИМС приведены в табл. 4.3.

ИМС К174УР3 (рис. 4.6) содержит усилитель-ограничитель промежуточной частоты *A1*, частотный детектор *U1* и предварительный усилитель звуковой частоты *A2*. Последний

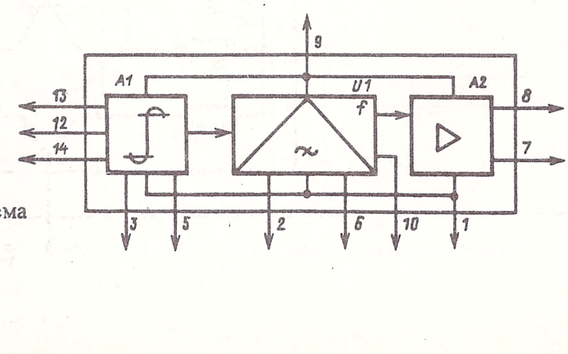
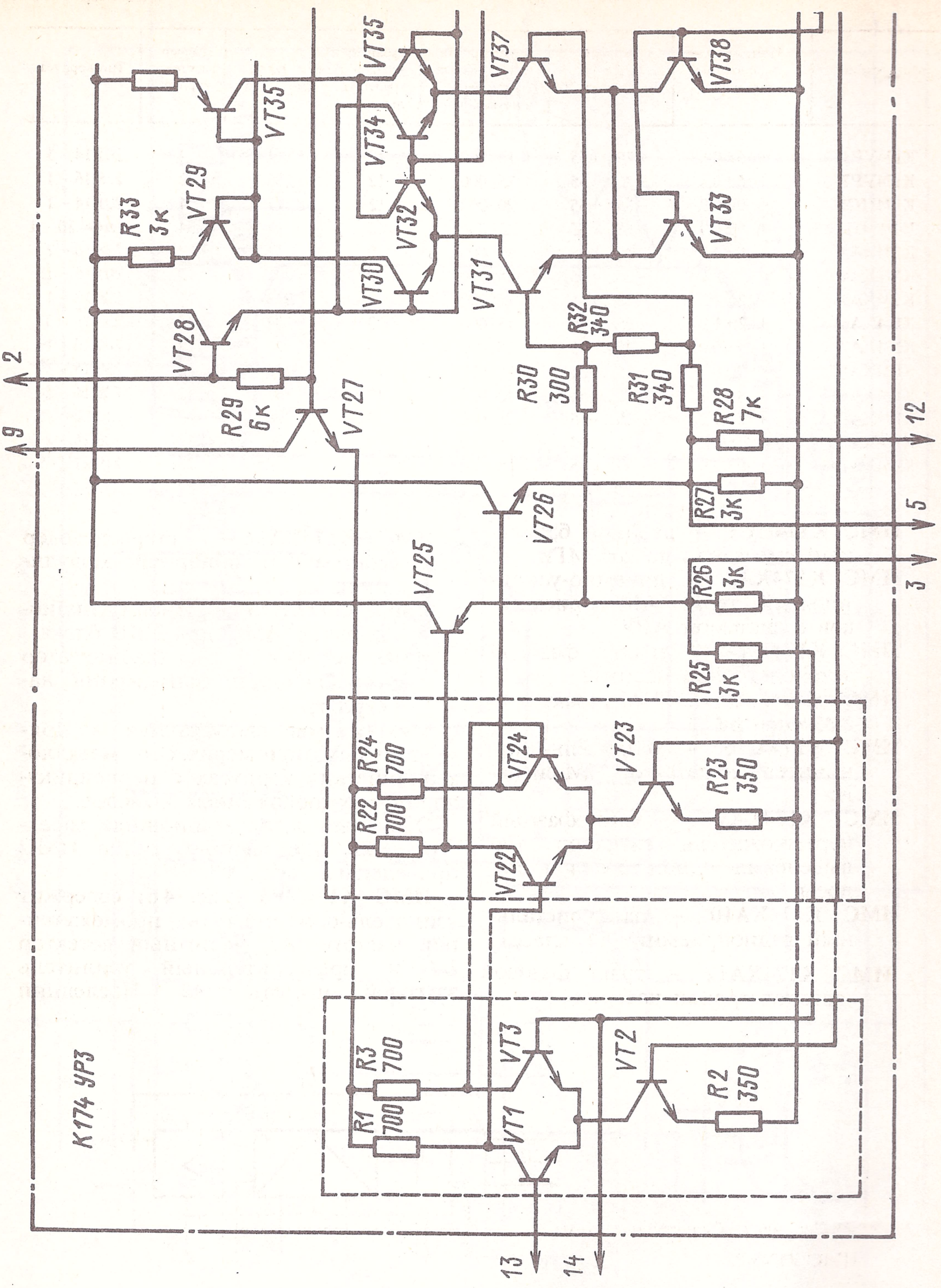


Рис. 4.6 а. Структурная схема ИМС К174УР3


К174 УР3
VT1
VT2
VT3
VT22
VT23
VT24
VT25
VT26
VT27
VT28
VT29
VT30
VT31
VT32
VT33
VT34
VT35
VT35
VT37
VT38
R1 700
R2 350
R3 700
R22 700
R23 350
R24 700
R25 3к
R26 3к
R27 3к
R28 7к
R29 6к
R30 300
R31 340
R32 340
R33 3к
2
9
12
5
3
13
14

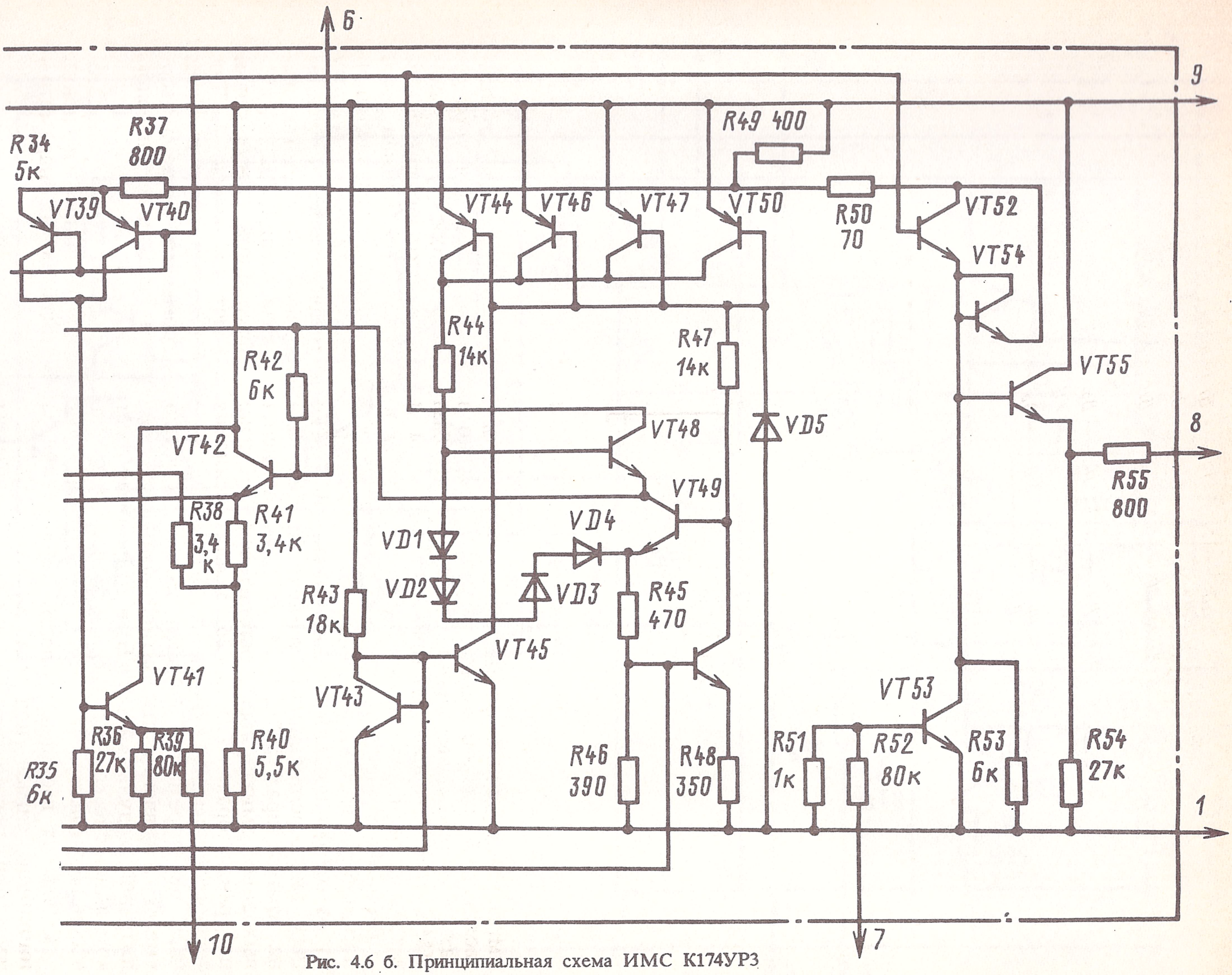


Рис. 4.6 б. Принципиальная схема ИМС К174УР3

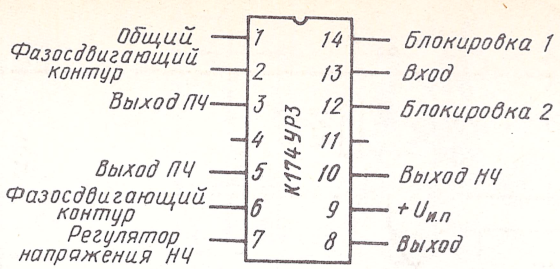


Рис. 4.6 в. Назначение выводов ИМС К174УР3

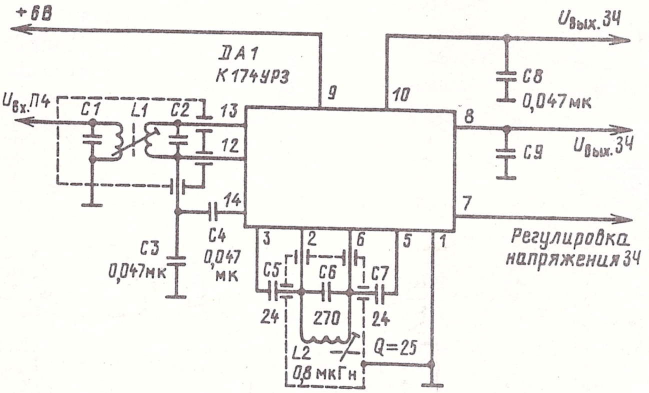


Рис. 4.6 г. Типовая схема включения ИМС К174УР3

имеет электронный аттенюатор, позволяющий дистанционно регулировать уровень выходного сигнала. ИМС предназначена для применения в трактах радиоприемных устройств.

Входной сигнал поступает на усилитель-ограничитель, который состоит из восьми последовательно связанных дифференциальных усилителей на транзисторах *VT1...VT24* и двух выходных эмиттерных повторителей на транзисторах *VT25*, *VT26*. Усилитель-ограничитель охвачен глубокой ООС через резистор *R5*, что обеспечивает подавление паразитной амплитудной модуляции (40 дБ) в широком динамическом диапазоне уровней входных сигналов.

С выхода каскадов усиления ограниченный сигнал подается на вход частотного квадратурного детектора, который представляет собой балансный модулятор, построенный на транзисторах *VT30...VT38*. Чтобы получить сдвинутый по фазе относительно входного сигнал, для управления базами транзисторов узла умножения детектора (транзисторы *VT28*, *VT42*) к выводам *2*, *6*, должен быть подключен внешний параллельный контур, настроенный на частоту 10,7 МГц. Предварительный усилитель сигнала звуковой частоты выполнен на транзисторах *VT52...VT55*.

Сигнал электронной регулировки усиления подают на вывод *7*. Так как ЗЧ сигнал не проходит по цепи регулировки громкости, он не подвержен влиянию фоновых наводок. Внутренний стабилизатор, выполненный на распределенных транзисторах, уменьшает влияние изменения напряжения питания на параметры ИМС.

Зависимости основных электрических характеристик ИМС от режимов эксплуатации приведены на рис. 4.7.

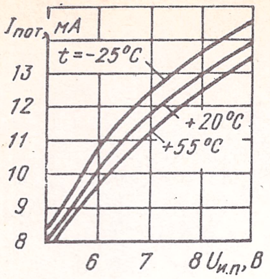


Рис. 4.7 а. Зависимости тока потребления ИМС К174УР3 от напряжения питания при различных значениях температуры окружающей среды

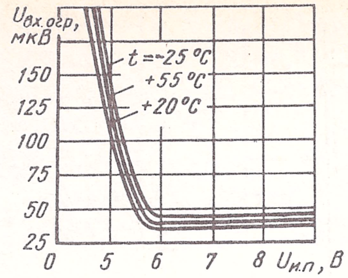


Рис. 4.7 б. Зависимости входного напряжения от напряжения питания при различной температуре окружающей среды для ИМС К174УР3

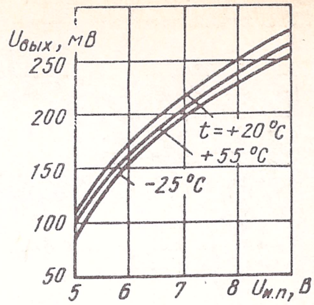


Рис. 4.7 в. Зависимость выходного напряжения НЧ от напряжения питания при различной температуре окружающей среды для ИМС К174УР3

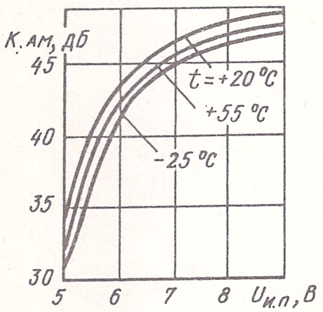


Рис. 4.7 г. Зависимость коэффициента подавления амплитудной модуляции от напряжения питания при различной температуре окружающей среды для ИМС К174УР3

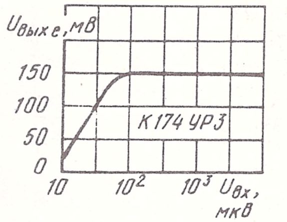


Рис. 4.7 д. Амплитудно-частотная характеристика ИМС К174УР3

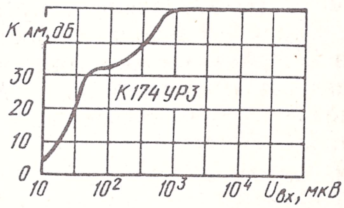


Рис. 4.7 е. Зависимость коэффициента подавления амплитудной модуляции от входного напряжения для ИМС К174УР3

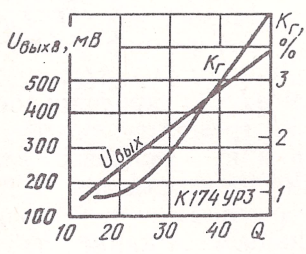


Рис. 4.7 ж. Зависимости выходного напряжения низкой частоты (с вывода *8*) и коэффициента гармоник от добротности контура L6C6 для ИМС К174УР3

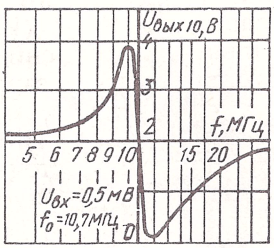


Рис. 4.7 з. Зависимость выходного постоянного напряжения (с вывода *10*) от расстройки частоты входного сигнала для ИМС К174УР3

Электрические параметры ИМС К174УР3 при 25±10°С и $U_{и.п.ном}$=6 В

Ток потребления $I_{пот}$, мА, при $U_{вх}$=0, не более ... 12

Выходное напряжение на выводе *8* $U_{вых\ 8}$, мВ, при $U_{вх}$=0,5 мВ, не менее ... 100

Входное напряжение при ограничении $U_{вх.огр}$, мкВ, не более ... 100

Коэффициент подавления амплитудной модуляции $K_{п.АМ}$, дБ, при $U_{вх\ АМ\text{-}ЧМ}$=0.5 мВ, $f_{мод}$=1 кГц, m=30 %, не менее ... 40

Коэффициент гармоник $K_г$, при $U_{вх}$=0,5 мВ, не более ... 2

Изменение выходного напряжения на выводе *8* $\Delta U_{вых\ 8}$, дБ, при подаче тока управления на вывод *7*, не менее ... 60

Ток управления на выводе *7*, I_7, мА ... 0.05...1

Входное сопротивление $R_{вх}$, кОм, при f=15 мГц, не менее ... 3.9

Выходное сопротивление $R_{вых}$, кОм, не более ... 1.5

Сопротивление по постоянному току $R_{12\text{-}13}$ Ом, между выводами *12*, *13*, не более ... 500

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К174УР3

Напряжение питания $U_{и.п}$, В

минимальное ... 5

максимальное ... 9

Ток потребления $I_{пот}$, мА, при $U_{вх}$=0, $t_{окр.ср}$=−25...+55°С, не более ... 13

Входное напряжение $U_{вх}$, мВ, не более ... 300

Выходное напряжение низкой частоты $U_{вых}$, мВ, при t=55°С, не менее ... 80

ИМС К174УР7 (рис. 4.8) представляет собой специализированную ИМС для радиоприемников, содержащую усилитель-ограничитель промежуточной частоты ЧМ-тракта *A1*, балансный ЧМ-детектор *U1* и предварительный усилитель низкой частоты *A2*.

Типовая схема включения показана на рис. 4.8 в. Входной сигнал поступает на вход усилителя-ограничителя *A1*, с выхода которого ограниченный сигнал поступает на вход частотного детектора *U1*. Выход частотного детектора соединен с неинвертирующим входом операционного усилителя *A2*, который осуществляет предва-

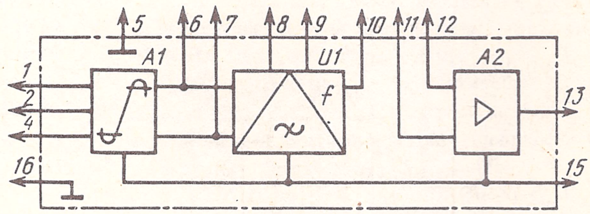


Рис. 4.8 а. Функциональная схема ИМС К174УР7

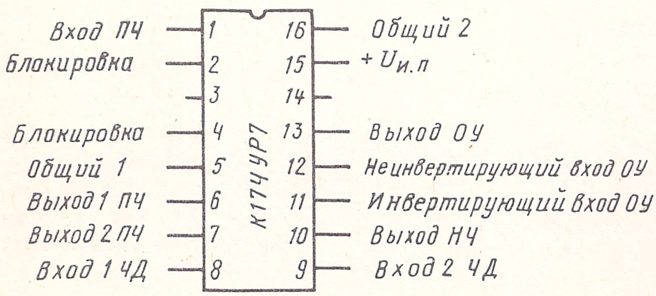


Рис. 4.8 б. Назначение выводов ИМС К174УР7

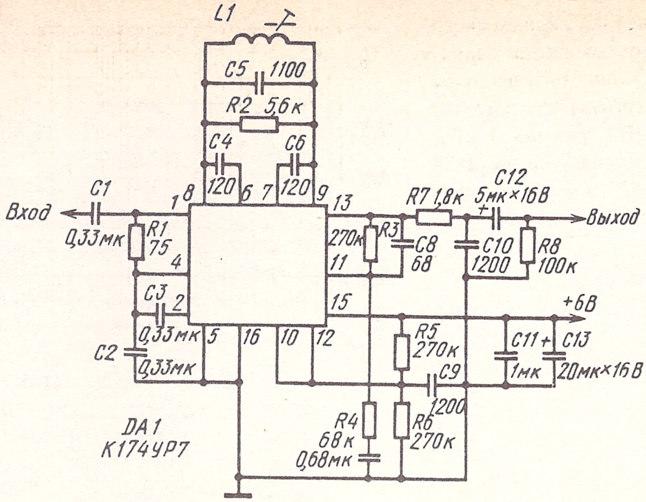


Рис. 4.8 в. Типовая схема включения ИМС К174УР7

рительное усиление звуковой частоты.

Зависимости основных электрических параметров ИМС от режимов эксплуатации приведены на рис. 4.9.

Электрические параметры ИМС К174УР7 при 25±10°С и $U_{и.п.ном}=6$ В

Ток потребления $I_{пот}$, мА, не более 0,6

Входное напряжение ограничения $U_{вх.огр}$, мкВ, при $f_{вх}=0,25$ МГц, $f_{мод}=1$ кГц, не более 70

Выходное напряжение низкой частоты $U_{вых\ НЧ}$, мВ, при $U_{вх}=10$ мВ, $f_{вх}=0,25$ мГц, $f_{мод}=1$ кГц, не менее 90

Коэффициент подавления амплитудной модуляции $K_{пАМ}$, дБ, при $U_{вх}=10$ мВ, $f_{вх}=0,25$ МГц, $f_{мод}=1$ кГц, не менее 30

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К174УР7

Напряжение питания $U_{и.п}$, В:
- минимальное 5,4
- максимальное 6,6

Напряжение входного сигнала $U_{вх}$, мВ, не более 100

Выходной ток $I_{вых}$, мА, не более 0,1

ИМС К174ПС1, КФ174ПС1 (рис. 4.10) представляют собой двойной балансный смеситель для частот до 200 МГц и предназначена для преобразования частот УКВ-диапазона в радиоприемной и связной аппаратуре.

Основным узлом ИМС (см. рис. 4.10 а) является счетверенный дифференциальный усилитель с перекрестными связями на транзисторах *VT1*, *VT3*, *VT4*, *VT6*. Подавая разное напряжение на базы транзисторов *VT2*, *VT5* регулируются токи эмиттеров. Внутренний стабилизатор (резистор *R1* и диоды *VD1...VD4*) обеспечивает стабильную работу ИМС по постоянному току, задавая смещение на транзисторы.

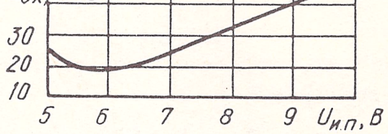
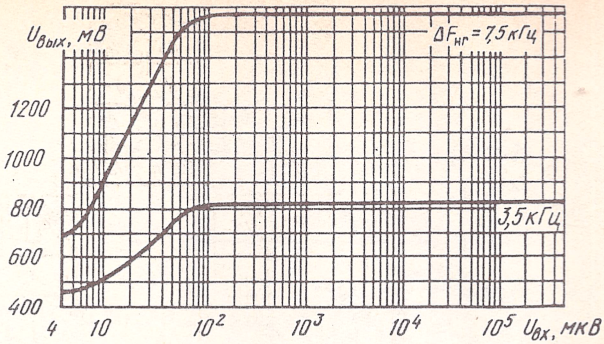


Рис. 4.9 а. Зависимость входного напряжения ограничения от напряжения питания микросхемы при частоте входного сигнала 250 кГц, частоте модуляции ЧМ режима 1 кГц, девиации частоты ±3,5 кГц, температуре окружающей среды 25°С для ИМС К174УР7

Рис. 4.9 б. Зависимость выходного напряжения НЧ от входного напряжения при напряжении питания 6 В; частоте входного сигнала 250 кГц; частоте модуляции ЧМ режима 1 кГц; температуре окружающей среды 25°C для ИМС К174УР7: *1* – девиация частоты ±3,5 кГц; *2* – девиация частоты ±7,5 кГц



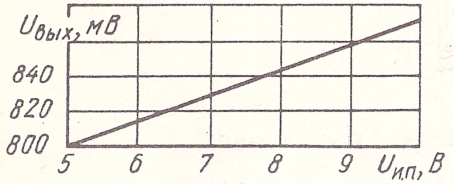


Рис. 4.9 в. Зависимость выходного напряжения НЧ от напряжения питания при входном напряжении 10 мВ, частоте входного сигнала 250 кГц, частоте модуляции ЧМ режима 1 кГц, девиации частоты ±3,5 кГц, температуре окружающей среды 25°C для ИМС К174УР7

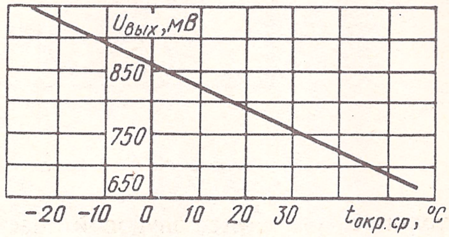


Рис. 4.9 д. Зависимость выходного напряжения низкой частоты от температуры окружающей среды при напряжении питания 6 В, входном напряжении 10 мВ, частоте входного сигнала 250 кГц, частоте модуляции 1 кГц, девиации частоты ±3,5 кГц для ИМС К174УР7

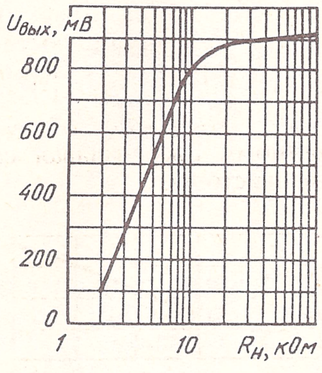


Рис. 4.9 г. Зависимость выходного напряжения НЧ от сопротивления нагрузки при напряжении питания 6 В, входном напряжении 10 мВ, частоте входного сигнала 250 кГц, частоте модуляции ЧМ режима 1 кГц, девиации частоты ±3,5 кГц, температуре окружающей среды 25°C для ИМС К174УР7

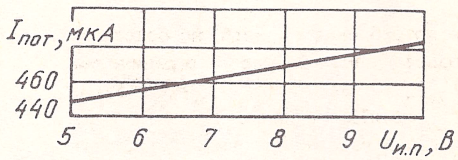


Рис. 4.9 е. Зависимость тока потребления от напряжения питания при температуре 25°C для ИМС К174УР7

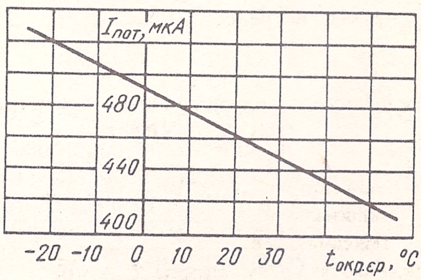


Рис. 4.9 ж. Зависимость тока потребления от температуры окружающей среды при напряжении питания 6 В для К174УР7

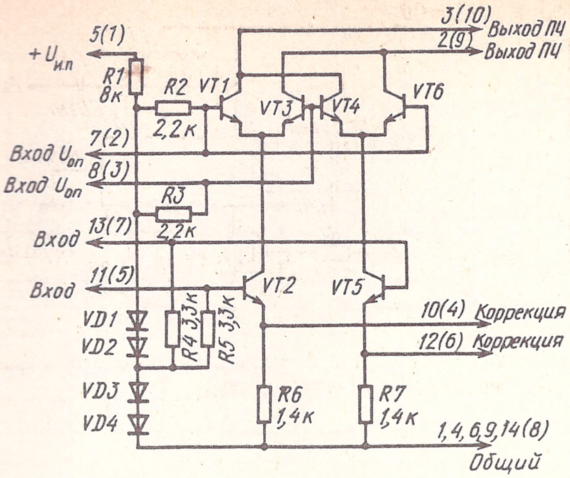


Рис. 4.10 а. Принципиальная схема ИМС К174ПС1 (КФ174ПС1)

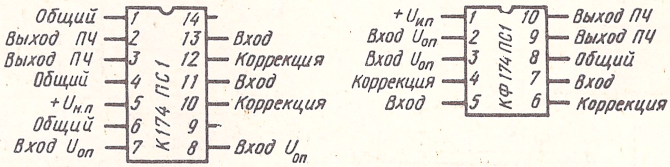


Рис. 4.10 б. Назначение выводов ИМС К174ПС1 (КФ174ПС1)

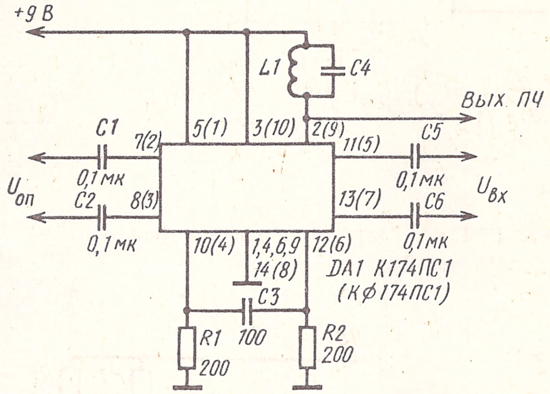


Рис. 4.10 в. Типовая схема включения ИМС К174ПС1 (КФ174ПС1). Выводы, указанные в скобках, – для корпуса МО4.10 – 1

Типовая схема показана на рис. 4.10.

Элементы *L1*, *C4* (см. рис. 4.10 в) выбирают в зависимости от используемой промежуточной частоты. Резисторы *R1*, *R2* в схеме необязательны, их устанавливают, чтобы увеличить крутизну преобразования. Типовая зависимость крутизны преобразования от амплитуды опорного напряжения приведена на рис. 4.11.

Микросхема может быть использована в различных радиотехнических устройствах. Рассмотрим некоторые из возможных вариантов ее применения.

На рис. 4.12 а показана схема усилительного устройства, которое может выполнять функции усилителя звуковой частоты, с высокой скоростью нарастания выходного напряжения, усилителя радиочастоты и АРУ радиоприемников. Оно представляет собой дифференциальный усилитель с

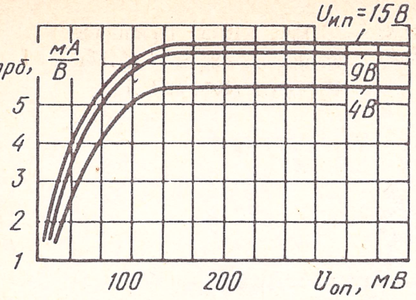


Рис. 4.11. Типовая зависимость крутизны преобразования от амплитуды опорного напряжения для ИМС К174ПС1

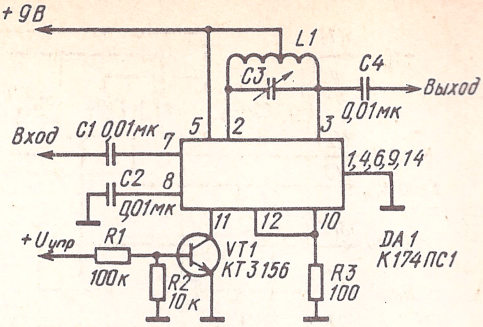


Рис. 4.12 б. Резонансный усилитель радиочастоты на ИМС К174ПС1

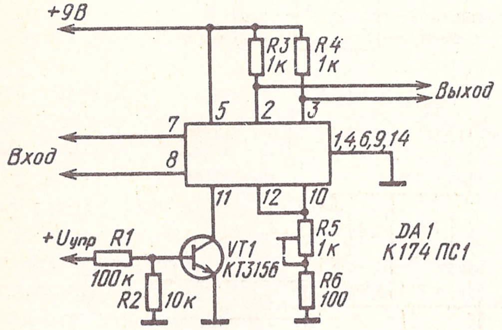


Рис. 4.12 а. Схема дифференциального усилителя на ИМС К174ПС1

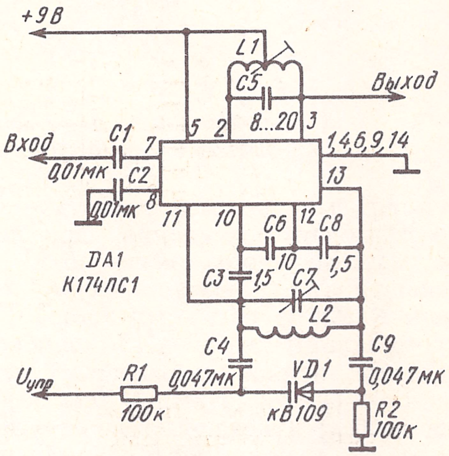


Рис. 4.12 в. Преобразователь частоты радиовещательного приемника на ИМС К174ПС1

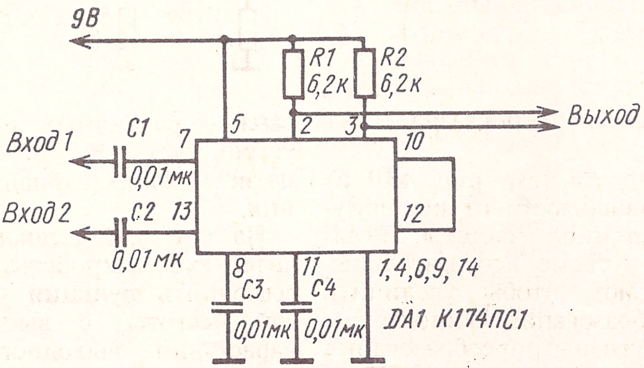


Рис. 4.12 г. Декодер цвета системы ПАЛ и НТСЦ на ИМС К174ПС1

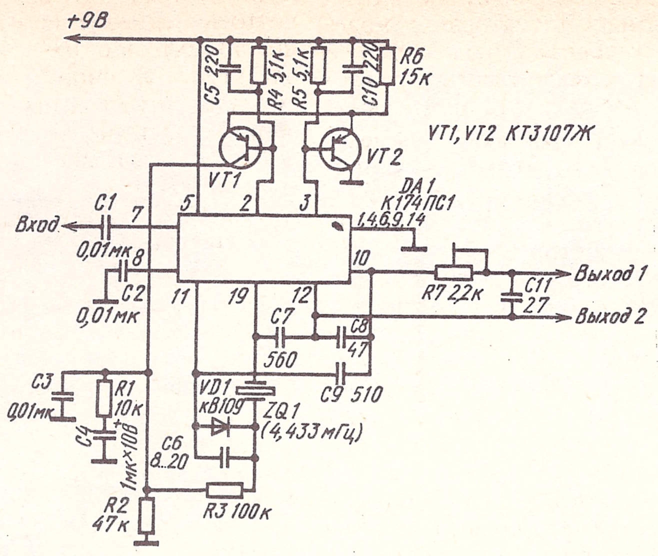


Рис. 4.12 д. Кварцевый генератор с ФАПЧ декодера цветности системы ПАЛ на ИМС К174ПС1

регулируемой полосой пропускания и коэффициентом усиления. При подаче максимального (около 10 В) управляющего напряжения через делитель *R1R2* на базу транзистора *VT1*, протекающий через него коллекторный ток полностью закрывает транзистор *VT2* ИМС *DA1* (см. рис. 4.10 *а*) и исключает из ее усилительного тракта дифференциальный каскад на *VT1*, *VT3*. В таком режиме ИМС *DA1* имеет максимальный (не менее 20 дБ) коэффициент передачи.

По мере снижения регулирующего напряжения коллекторный ток *VT1* будет уменьшаться, транзистор *VT5* микросхемы начнет открываться и включает дифференциальный каскад на транзисторах *VT1*, *VT3*. Работая в противофазе с каскадом на транзисторах *VT4*, *VT6*, он будет снижать коэффициент передачи микросхемы *DA1*. При управляющем напряжении менее 0,6 В транзистор *VT1* закроется, коллекторные токи *VT2*, *VT5* микросхемы *DA1* уравняются и коэффициент ее передачи станет равным нулю. Глубина регулировки коэффициента усиления не менее 40 дБ. Полосу пропускания можно изменять резистором *R5*, причем наиболее широкой (200 МГц) полосе соответствуют верхнее по схеме положение движка этого резистора.

На рис. 4.12 б приведена схема резонансного усилителя радиочастоты, коэффициент его передачи около 20 дБ. Частоту настройки (в пределах 160 кГц...230 МГц) изменяют конденсатором переменной емкости *C3*, входящим в контур *L1C3*. Коэффициент передачи усилителя зависит от режима работы каскада на транзисторе *VT1*, что позволяет ввести в усилитель АРУ с глубиной регулировки до 40 дБ.

На рис. 4.12 в приведена схема преобразования частоты радиовещательного приемника. Резонансная частота контура *L1C5* равна промежуточной частоте. Настройка гетеродина определяется контуром *L2C4C7C9VD1*. При отсутствии варикапа элементы *C4*, *C9*, *R1*, *R2* можно исключить и настраивать контур гетеродина конденсатором переменной емкости, включенным параллельно катушке индуктивности *L2*.

Микросхемы К174ПС1 и КФ174ПС1 можно использовать для детектирова-

ния балансно-модулированных сигналов в синхронных детекторах декодеров цвета телевизионных систем ПАЛ и НТСЦ. Схема такого детектора приведена на рис. 4.12 г. На вход *1* подают сигнал цветовой поднесущей, а на вход *2* – сигнал с кварцевого генератора декодера. Противофазные продетектированные сигналы снимаются с резисторов *R1*, *R2*. На выходе такого детектора получается один из цветоразностных сигналов. Для другого сигнала нужен второй детектор. Данное устройство может быть и удвоителем частоты, если объединить входы *1*, *2*. Тогда с выходов можно снимать сигналы с удвоенной частотой.

Микросхемы можно также использовать в качестве кварцевого генератора с ФАПЧ декодера цветности системы ПАЛ (рис. 4.12 д). Кварцевый генератор собран на транзисторах *VT2*, *VT5*, а фазовый детектор – *VT1*, *VT3*, *VT4*, *VT6* ИМС (см. рис. 4.10 а). На вход генератора через конденсатор *C1* подают сигнал вспышки цветовой поднесущей. Напряжение ошибки фазы сигналов вспышки цветовой поднесущей и кварцевого генератора интегрируется элементами *R4*, *R5*, *C5*, *C10*, усиливается дифференциальным каскадом на транзисторах *VT1*, *VT2*, затем снова интегрируется цепью *C3C4R1* с большим временем интеграции и подается на варикап *VD1*, обеспечивая таким образом подстройку кварцевого генератора. На выводах *10*, *12* ИМС присутствуют два сигнала поднесущей частоты, сдвинутые один относительно другого на 180°. На синхронный детектор "красного" цветоразностного сигнала сигнал снимается непосредственно с вывода *12*, а на синхронный детектор "синего" цветоразностного сигнала – после цепочки *R7C11*, сдвигающей фазу сигнала поднесущей частоты на 90°.

Электрические параметры ИМС К174ПС1 (КФ174ПС1) при 25±10°С и $U_{и.п.ном}$=9 В

Ток потребления $I_{пот}$, мА, не более 2.5
Крутизна преобразования $S_{прб}$, мА/В, не менее 4,5
Коэффициент шума $K_ш$, дБ, не более 8
Верхняя граничная частота входного и опорного напряжения $f_{гр}$, МГц, не менее 200

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К174ПС1 (КФ174ПС1)

Ток потребления $I_{пот}$, мА, не более 4.5
Напряжение питания $U_{и.п}$, В:
минимальное 4
максимальное 15
Входное $U_{вх}$ и опорное $U_{оп}$ напряжения, не более 1

ИМС К174ХА2 (рис. 4.13) предназначена для работы в радиовещательных приемниках АМ сигналов третьей группы сложности, но может также использоваться и в радиовещательных приемниках второй группы сложности с внешним гетеродином,

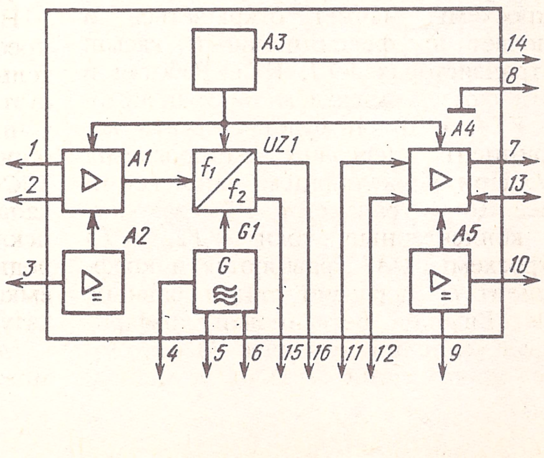


Рис. 4.13 а. Структурная схема ИМС К174ХА2

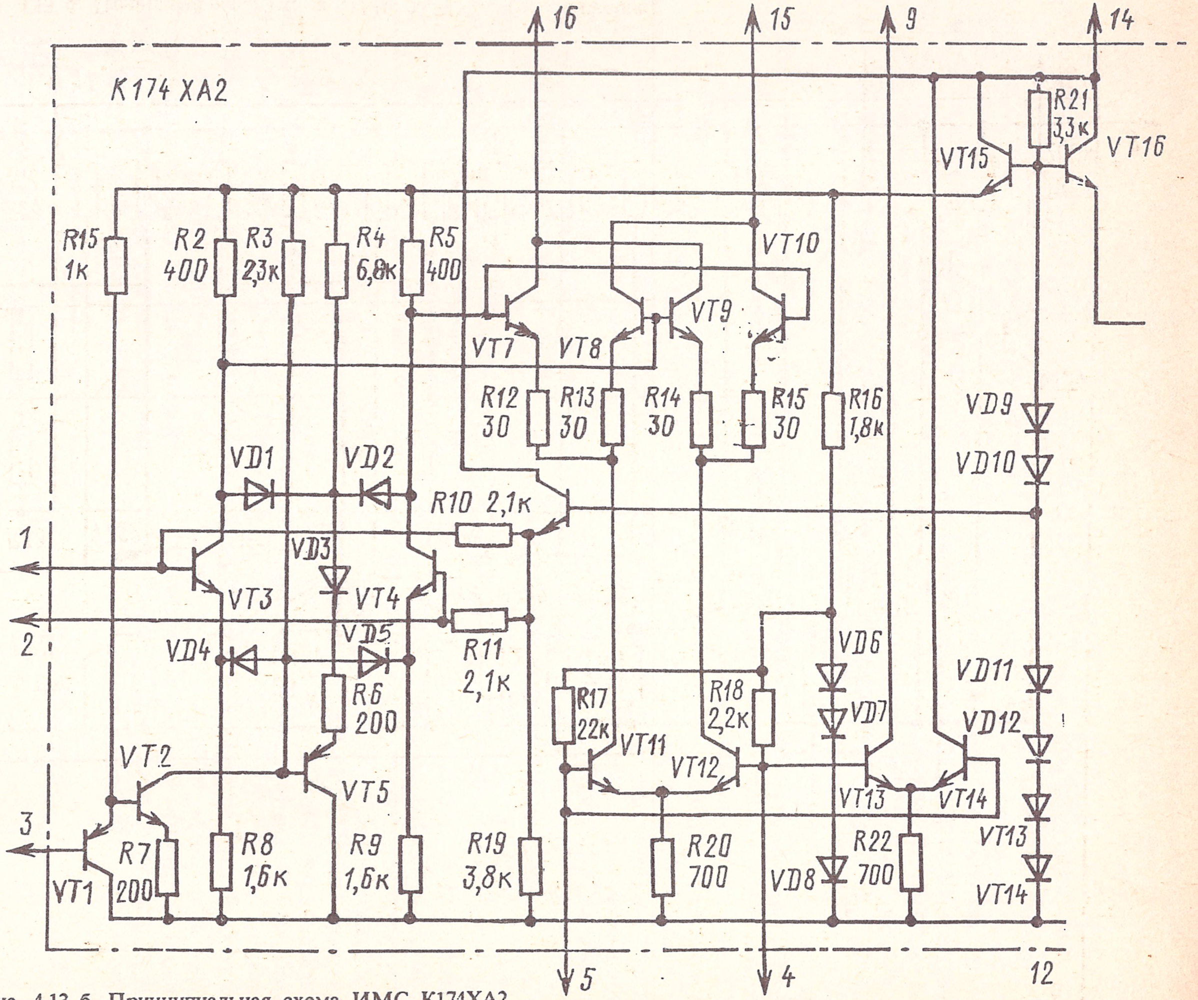


Рис. 4.13 б. Принципиальная схема ИМС К174ХА2

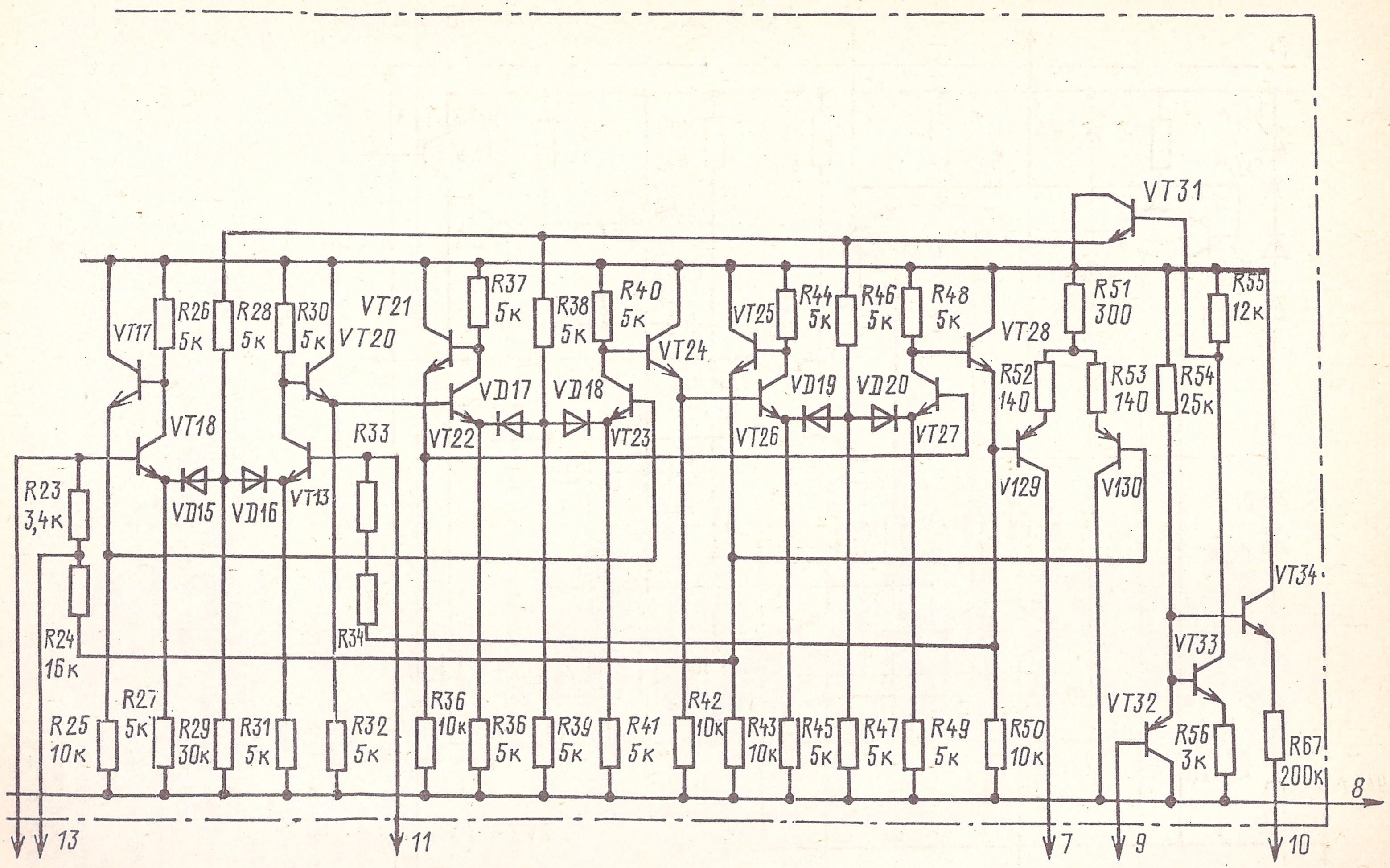


Рис. 4.13 б. Принципиальная схема ИМС К174ХА2 (продолжение)

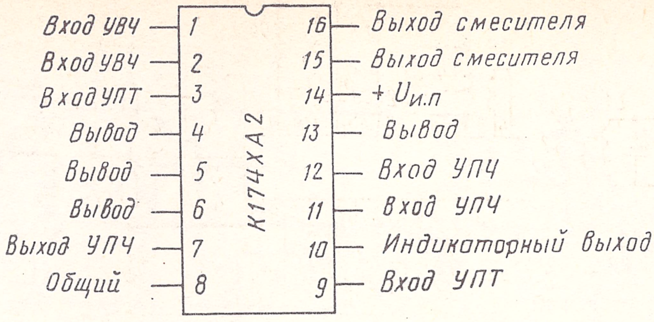


Рис. 4.13 в. Назначение выводов ИМС К174ХА2

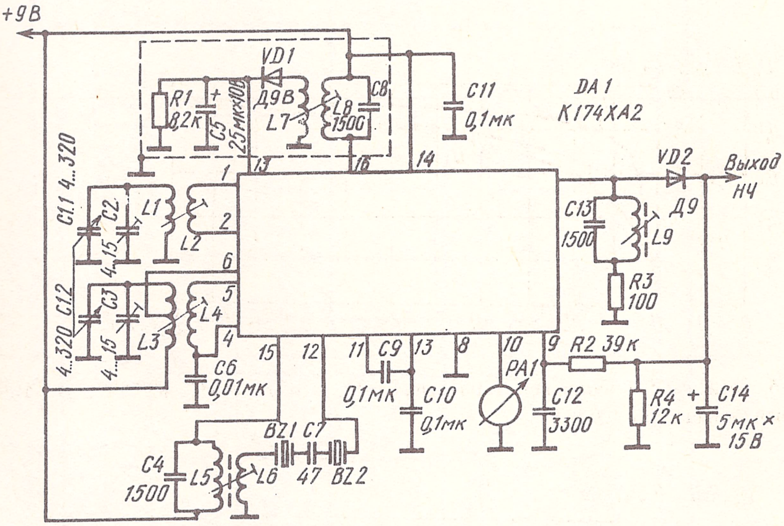


Рис. 4.13 г. Типовая схема включения ИМС К174ХА2

что дает повышенную устойчивость к перекрестной помехе. ИМС содержит усилитель сигналов радиочастоты *A1* с системой АРУ *A2*, смеситель *UZ1*, усилитель промежуточной частоты *A4* с системой АРУ *A5*, гетеродин *G1* и стабилизатор *A3*.

Сигнал с антенного контура подается на усилитель РЧ, построенный в виде однокаскадного апериодического дифференциального усилителя на транзисторах *VT3*, *VT4*. Регулировка усиления осуществляется комбинированным методом: по цепи управляемой отрицательной ОС через диоды *VD4*, *VD5* в эмиттерных цепях транзисторов и путем управляемого шунтирования нагрузки через диоды *VD1...VD3*. Ток диодов меняется усилителем постоянного тока на транзисторах *VT1*, *VT2*, *VT5*. В цепь стабилизации режима работы входного каскада по постоянному току включен эмиттерный повторитель *VT6*.

Смеситель выполнен по двойной балансной схеме на транзисторах *VT7...VT12*. Один из его выходов (вывод *15* или *16*) может использоваться для включения контура детектора АРУ усилителя РЧ, а другой – для подачи сигнала ПЧ на пьезоэлектрический фильтр с помощью согласующего контура. Режим работы по постоянному току этого каскада

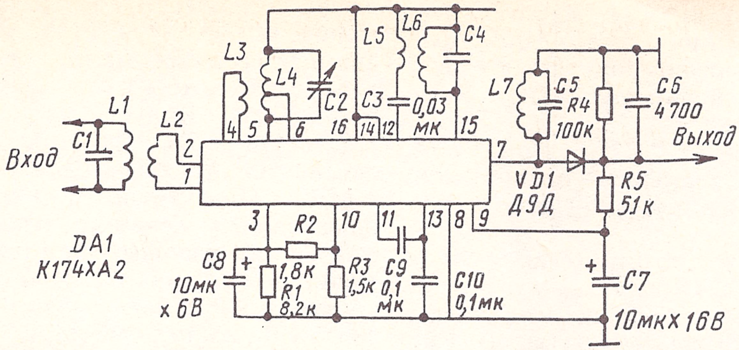


Рис. 4.14 а. Практическая схема включения ИМС К174ХА2

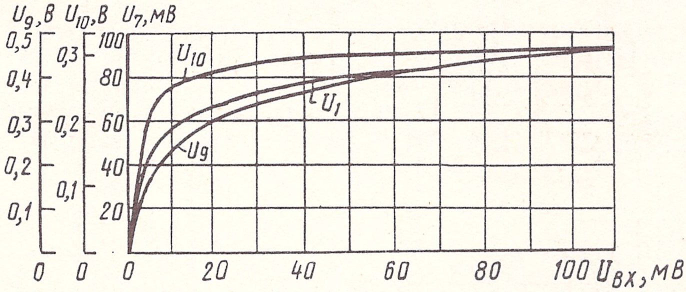


Рис. 4.14 б. Зависимости напряжения на выводах *7*, *9* и *10* ИМС К174ХА2 от амплитуды входного сигнала (до 100 мВ)

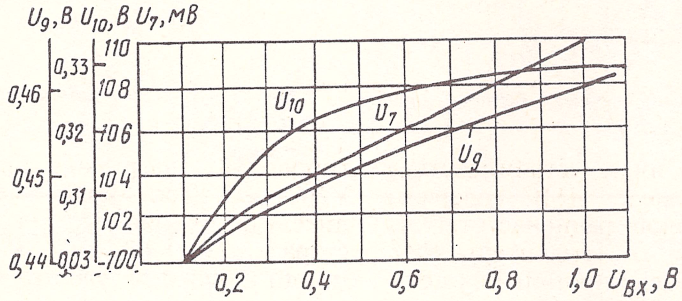


Рис. 4.14 в. Зависимости напряжения на выводах *7*, *9* и *10* ИМС К174ХА2 от амплитуды входного сигнала (до 1 В)

стабилизирован с помощью диодов *VD6...VD8*.

Гетеродин в ИМС строится на транзисторе *VT13*. Контур гетеродина подключают как внешний элемент.

Усилитель ПЧ состоит из четырех дифференциальных каскадов: первый – на транзисторах *VT18*, *VT19*, второй – на *VT22*, *VT23*, третий – на *VT26*, *VT27*, четвертый – на *VT29*, *VT30*.

Первые три каскада имеют регулировку усиления через диоды *VD15...VD20*. Управляющий усилением сигнал подается с транзистора *VT31*. Этот транзистор вместе с тран-

зисторами $VT32...VT34$ образует усилитель постоянного тока. С помощью этих цепей можно получить глубину регулировки усиления УПЧ более 60 дБ.

На элементах $R21$, $VD9...VD14$, $VT15$, $VT16$ выполнен стабилизатор напряжения для питания всех каскадов ИМС.

Еще одна практическая схема включения К174ХА2 и ее характеристики в зависимости от амплитуды входного сигнала показаны на рис. 4.14

Зависимости основных параметров ИМС от режимов эксплуатации показаны на рис. 4.15.

Микросхемы можно использовать в качестве приемника (рис. 4.16).

На рис. 4.16 а индуктивность катушки $L1$=36 мкГн; контур $L1C1$ настроенный на частоту 1,465 МГц, имеет добротность 50; коэффициент включения катушки $L1$ – 0,28, коэффициент трансформации трансформатора, образованного катушками $L1$, $L2$ равен 0,125. Индуктивность катушки $L3$ – 110 мкГн. Трансформатор рассчитан на прием сигнала с частотой 1 МГц. Индуктивность катушки $L4$ определяется коэффициентом трансформации, равным единице. Индуктивность катушки $L5$ равна 78 мкГн, контур $L5C5$ с добротностью 50 рассчитан на частоту 465 кГц.

В приемниках, где входной сигнал превышает 5 мВ, целесообразно применять двухпетлевую систему АРУ (рис. 4.16 б). Здесь два детектора АРУ: первый детектор – диод $VD1$ используется для выполнения регулировки в усилителе РЧ, а второй – диод $VD2$ – в усилителе ПЧ. При малых уровнях входного сигнала (до

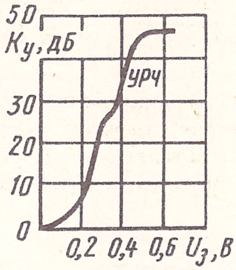


Рис. 4.15 а. Регулировочная характеристика усилителя высокой частоты на ИМС К174ХА2

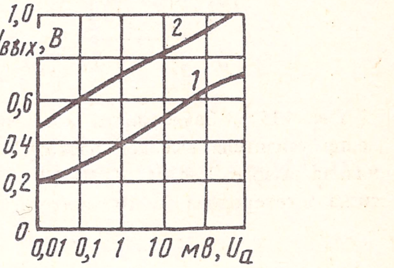


Рис. 4.15 в. Передаточная характеристика ИМС К174ХА2 с германиевым *1* и кремниевым *2* диодами

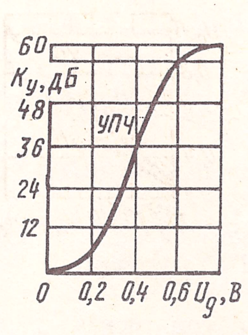


Рис. 4.15 б. Регулировочная характеристика усилителя промежуточной частоты на ИМС К174ХА2

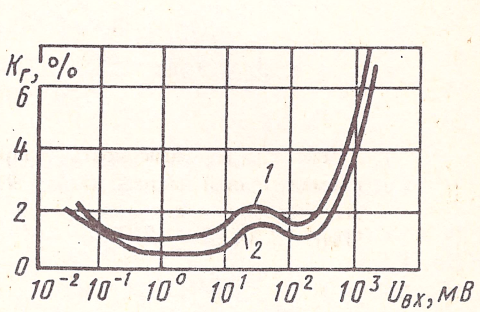


Рис. 4.15 г. Зависимость коэффициента гармоник от амплитуды входного сигнала для ИМС К174ХА2

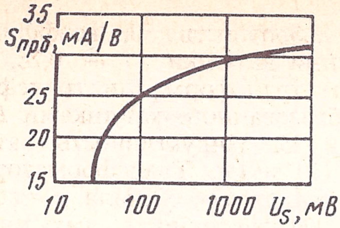


Рис. 4.15 д. Зависимость крутизны преобразования от напряжения на гетеродине для ИМС К174ХА2

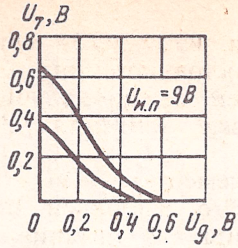


Рис. 4.15 ж. Зависимость выходного напряжения на выводе *7* ИМС К174ХА2 от напряжения на выводе *9* при амплитуде сигнала 100 мкВ частотой 465 кГц

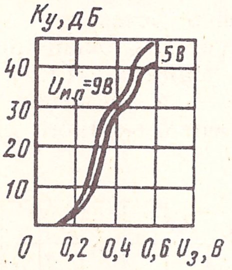


Рис. 4.15 е. Зависимость коэффициента усиления усилителя высокой частоты от напряжения на выводе *3* ИМС К174ХА2 при амплитуде сигнала гетеродина 50 мВ частотой 1 МГц

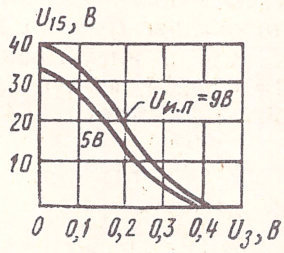


Рис. 4.15 з. Зависимость выходного напряжения усилителя высокой частоты на ИМС К174ХА2 на выводе *15* от напряжения на выводе *3* при амплитуде сигнала 700 мкВ частотой 1 МГц

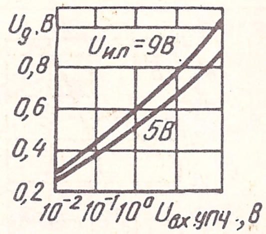


Рис. 4.15 и. Зависимость напряжения АРУ промежуточной частоты (вывод *9*) от амплитуды входного сигнала частотой 465 кГц для ИМС R174ХА2

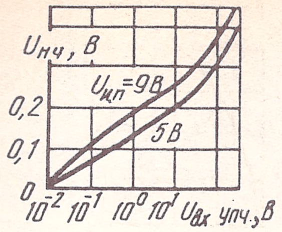


Рис. 4.15 к. Передаточная характеристика усилителя промежуточной частоты на ИМС К174ХА2 при $f_{ПЧ}$=465 кГц, $f_{НЧ}$=1 кГц, m=0,8

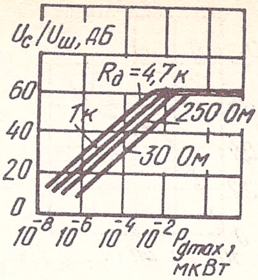


Рис. 4.15 н. Зависимость соотношения сигнал/шум на выходе ИМС К174ХА2 от мощности входного сигнала $P_{gmax}=U^2_{g0}/4R_g$, где U_{g0} – амплитуда входного сигнала, R_g – внутреннее сопротивление источника сигнала, при $f_{ВЧ}$=1 МГц, $f_{НЧ}$=1 кГц, m=0,3

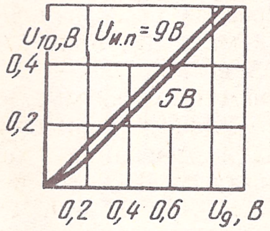


Рис. 4.15 л. Зависимость напряжения на выводе *10* ИМС К174ХА2 от напряжения на выводе *9*

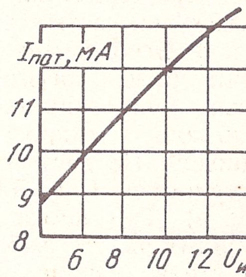


Рис. 4.15 о. Зависимость тока потребления от напряжения питания для ИМС К174ХА2

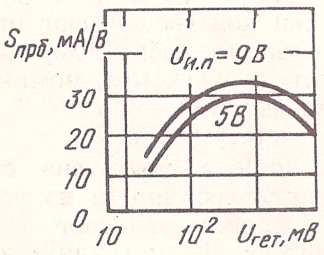


Рис. 4.15 м. Зависимость крутизны преобразования $S=I_{15}/U_{12}$, где I_{15} – ток на входе фильтра УПЧ, U_{12} – напряжение на входе УВЧ, от амплитуды сигнала гетеродина при $f_{ВЧ}$=1 МГц, $f_{НЧ}$=40 кГц, U_3=0

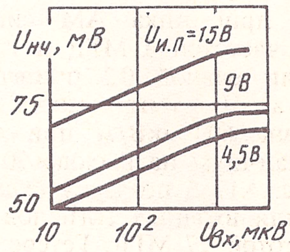


Рис. 4.15 п. Зависимость напряжения низкой частоты от амплитуды входного сигнала при различном напряжении питания для ИМС К174ХА2

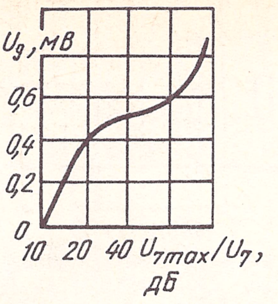


Рис. 4.15 р. Зависимость напряжения на выводе *2* от коэффициента усиления промежуточной частоты на ИМС К174ХА2

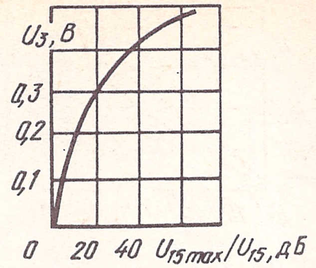


Рис. 4.15 с. Зависимость напряжения на выводе *3* от коэффициента усиления усилителя высокой частоты на ИМС К174ХА2

−60 дБ) действует АРУ в усилителе ПЧ, при больших уровнях (до −40 дБ) – АРУ в усилителе РЧ. Управляющие характеристики для обоих систем АРУ см. соответственно на рис. 4.15 а и б. Необходимо иметь в виду, что тип диода, кремниевый или германиевый, влияет на уровень выходного сигнала микросхемы). Применение диодов Д18 дает передаточную характеристику *1*, а Д223 – *2* (см. рис. 4.15 в). Тип диода в детекторе АРУ усилителя РЧ выбирают таким образом, чтобы начало работы системы АРУ в усилителе РЧ по уровням входного сигнала совпадало с окончанием действия АРУ в усилителе ПЧ.

ИМС К174ХА2 можно использовать в качестве усилителя-преобразователя для приемника различного назначения (рис. 4.17).

Схема приемника АМ сигнала с несущей частотой 1 МГц и глубиной модуляции равной 0,3 приведена на рис. 4.17 а. Чувствительность приемника равна 600 мкВ/м при отношении сигнал-шум на выходе 20 дБ.

На рис. 4.17 б показана схема приемника для входных сигналов с несущей частотой 27 МГц. Гетеродин, частота которого стабилизирована кварцевым резонатором *ZQ1*, собран на транзисторе *VT1*. Уровень сигнала гетеродина на выводе *4* – 150 мВ. Фильтр на элементах *C7...C9*, *L4...L6* выделяет сигнал ПЧ (здесь он ослабляется на 20 дБ). Ширина полосы пропускания равна 5 кГц, чувствительность – 2 мкВ. Катушки *L1*, *L2* содержат по 13 витков, *L3* – 5 витков провода диаметром 0,2 мм.

Еще один вариант применения ИМС К174ХА2 в приемнике, работающем в диапазонах ДВ, СВ и КВ, показан на рис. 4.18. В этой схеме избирательность по соседнему каналу составляет 35 дБ. Полоса пропускания по выходу ПЧ равна 10 кГц. Коэффициент гармоник при глубине модуляции входного сигнала 80 % не превышает 3 %. Уровень сигнала гетеродина на выводах *4* и *5* – 100...150 мВ. Амплитуда выходного сигнала НЧ – не менее 100 мВ. Катушка *L1* имеет индуктивность 560 мкГн, *L2* – 4,7 мГн, а остальные катушки контуров имеют индуктивность согласно выбранному диапазону частот и с учетом номиналов конденсаторов. Контур *L14C29* настроен на частоту 5 кГц.

На рис. 4.19 а приведена схема РЧ-ПЧ тракта, состоящего из усилителя РЧ, двойного балансного смесителя, усилителя ПЧ и усилителя постоянного тока системы АРУ. Настройка на сигналы станции осуществляется с помощью варикапной матрицы. В контур *L3C4C5* гетеродина входит один варикап. Во входной контур *L1C1C2* – два параллельно

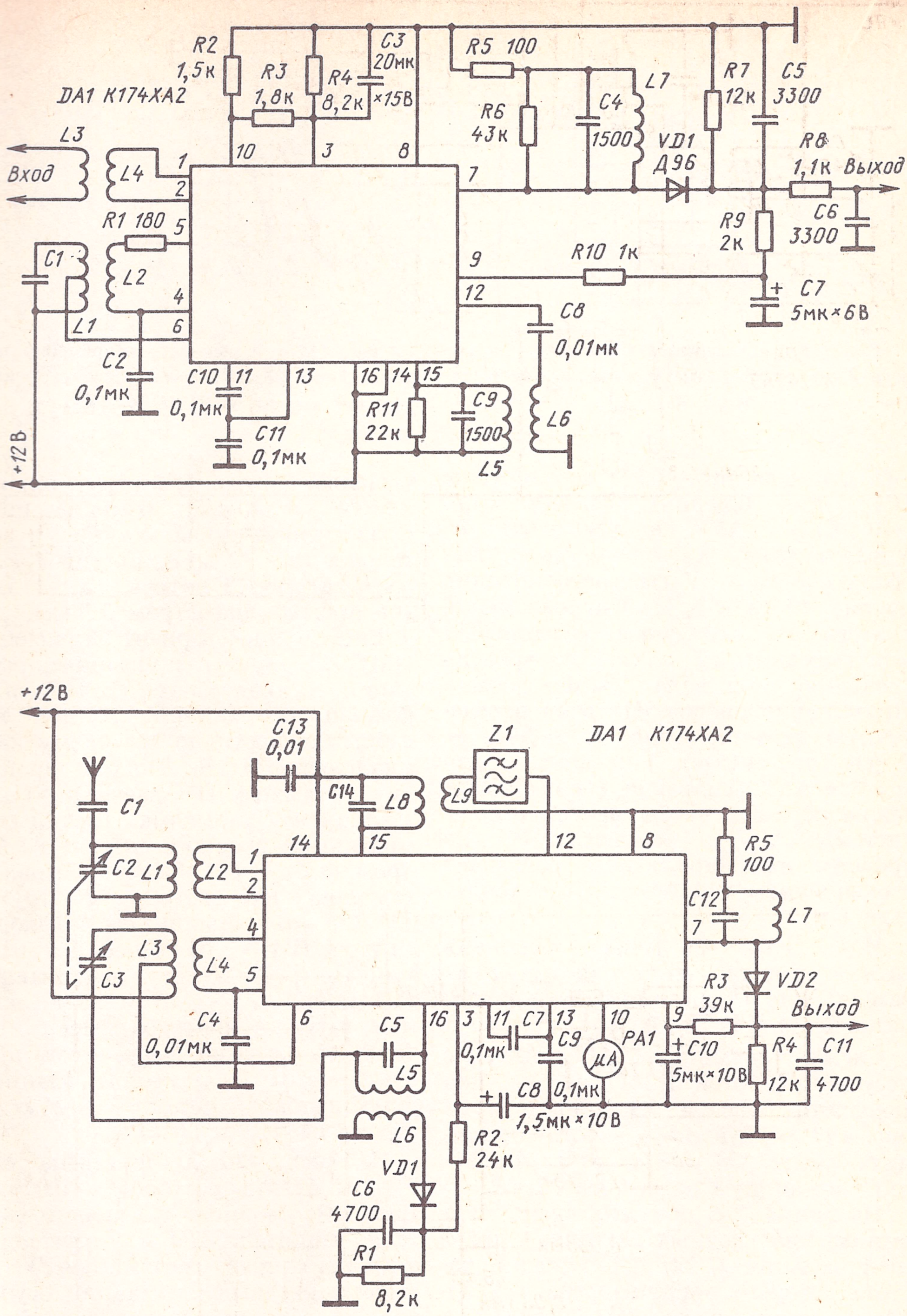
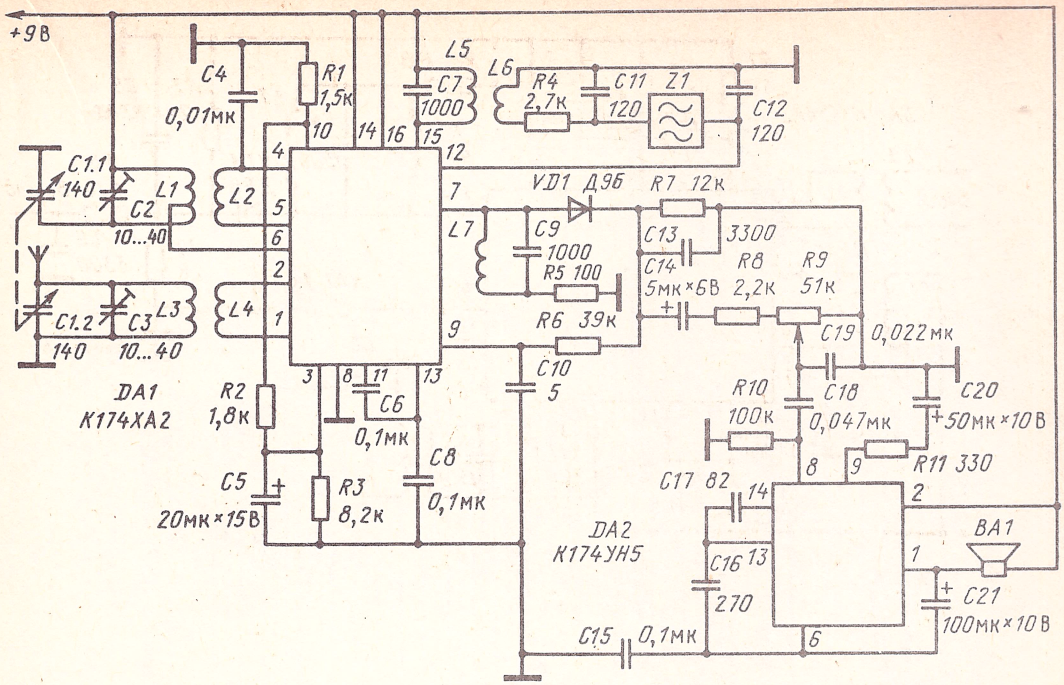


Рис. 4.16. Варианты применения ИМС К174ХА2



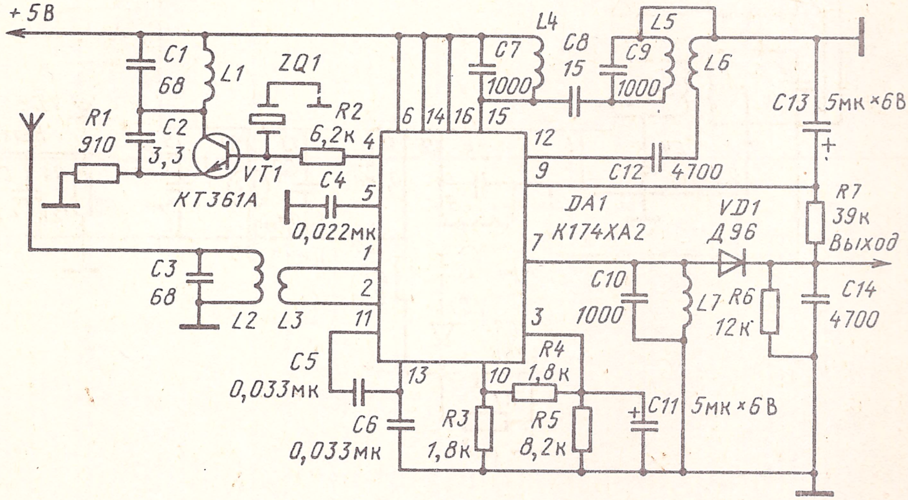


Рис. 4.17. Схемы усилителей-преобразователей на ИМС К174ХА2

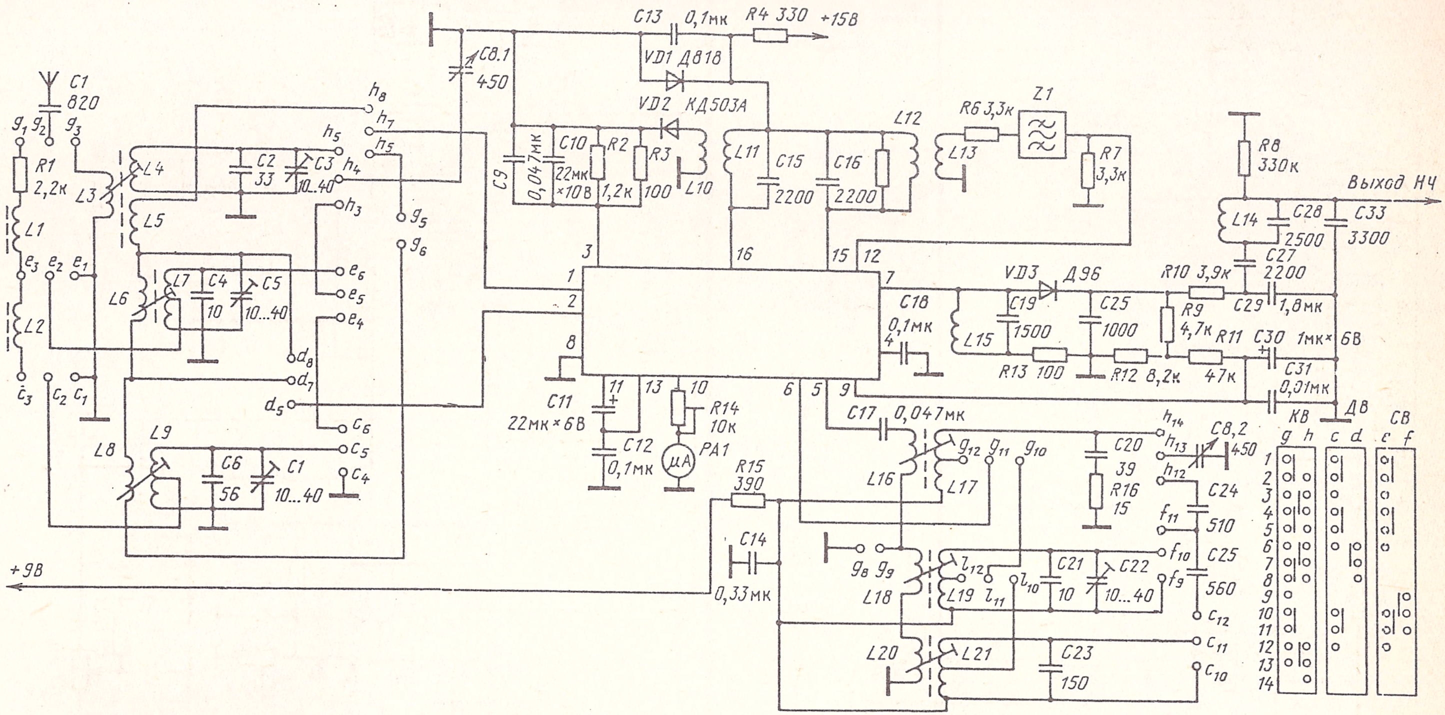


Рис. 4.18. Практическая схема приемника на ИМС К174ХА2

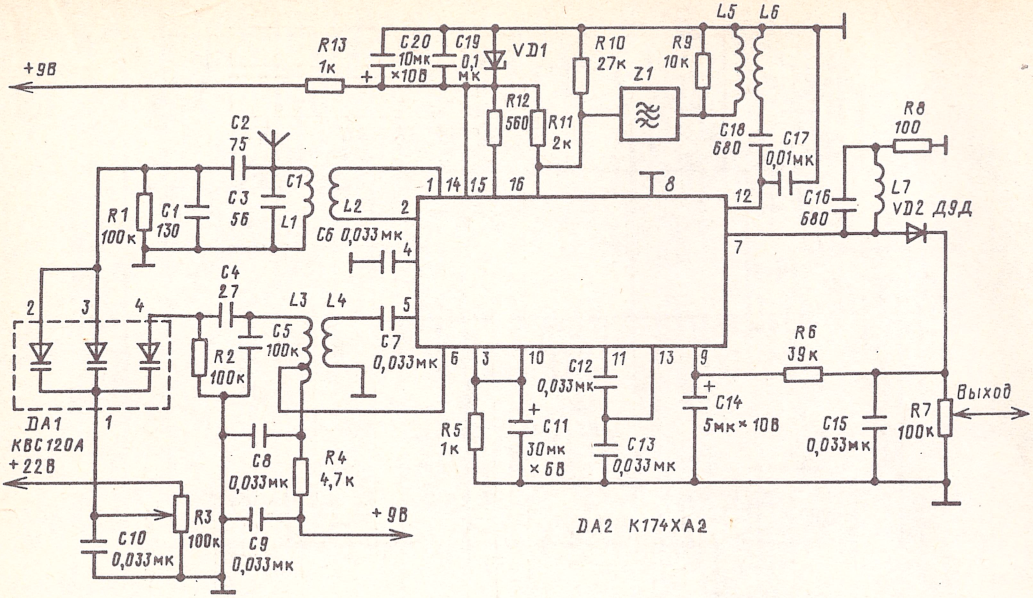


Рис. 4.19 а. Схема тракта радиочастоты на ИМС К174ХА2

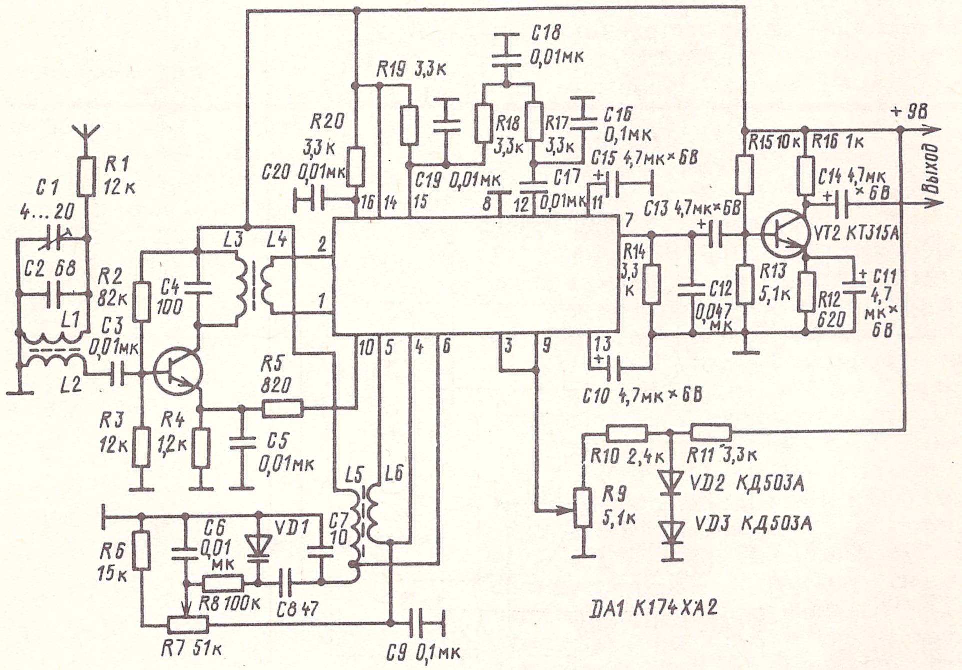


Рис. 4.19 б. Схема приемника на фиксированную частоту на ИМС К174ХА2

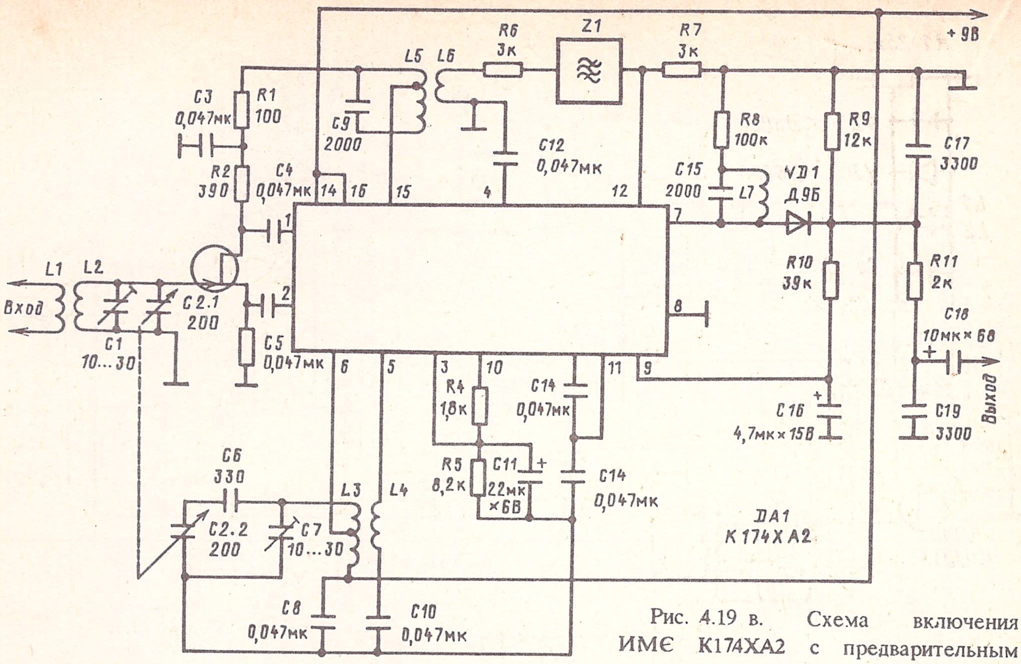


Рис. 4.19 в. Схема включения ИМС К174ХА2 с предварительным усилителем на полевом транзисторе

включенных. Смеситель нагружен на резисторы *R10*, *R12* и пьезокерамический фильтр *Z1*, настроенный на промежуточную частоту, равную 465 кГц. Выделенный фильтром сигнал промежуточной частоты через катушку связи *L5* поступает на фильтр ПЧ *L6C17C18* и далее на вход усилителя ПЧ ИМС, на фильтр *L7C7* и на детектор. Выделенный сигнал через резистор *R6* попадает в усилитель АРУ. Схема приемника на фиксированную частоту приведена на рис. 4.19 б. На транзисторе *VT1* собран предварительный усилитель. С контура *L3C4* сигнал поступает в ИМС, где взаимодействует с колебаниями гетеродина, частоту которого можно подстроить резистором *R7*. Сигнал ПЧ (вывод *15*) поступает на фильтр из элементов *R17*, *R18*, *C16...C18*. Сигнал НЧ из ИМС поступает на усилитель на транзисторе *VT2*. Чувствительность приемника (3...5 мкВ) регулируют при необходимости переменным резистором *R9*. Параметры элементов контуров выбирают в зависимости от частоты входного сигнала.

Схема включения микросхемы с предварительным усилителем на полевом транзисторе *VT1* приведена на рис. 4.19. Селекцию входного сигнала осуществляет контур *L2C1C2.1*. Частота колебаний гетеродина определяется контуром *L3C2.2C6C7*. Сигнал разностной частоты выделяется контруром *L5C9* и последующим полосовым фильтром *Z1*. С усилителя ПЧ через контур *L7C15* сигнал приходит в детектор на диоде *VD1*. *RC* фильтр *R10C16* выделяет напряжение АРУ и оно подается на вывод *9*.

При отсутствии входного сигнала на выводах должны быть следующие постоянные напряжения:

Номер вывода	1, 2, 4, 5	3,7 – 10, 13	6	11, 12	14 – 16
Напряжение, В	2	0	8.4	1,8	9

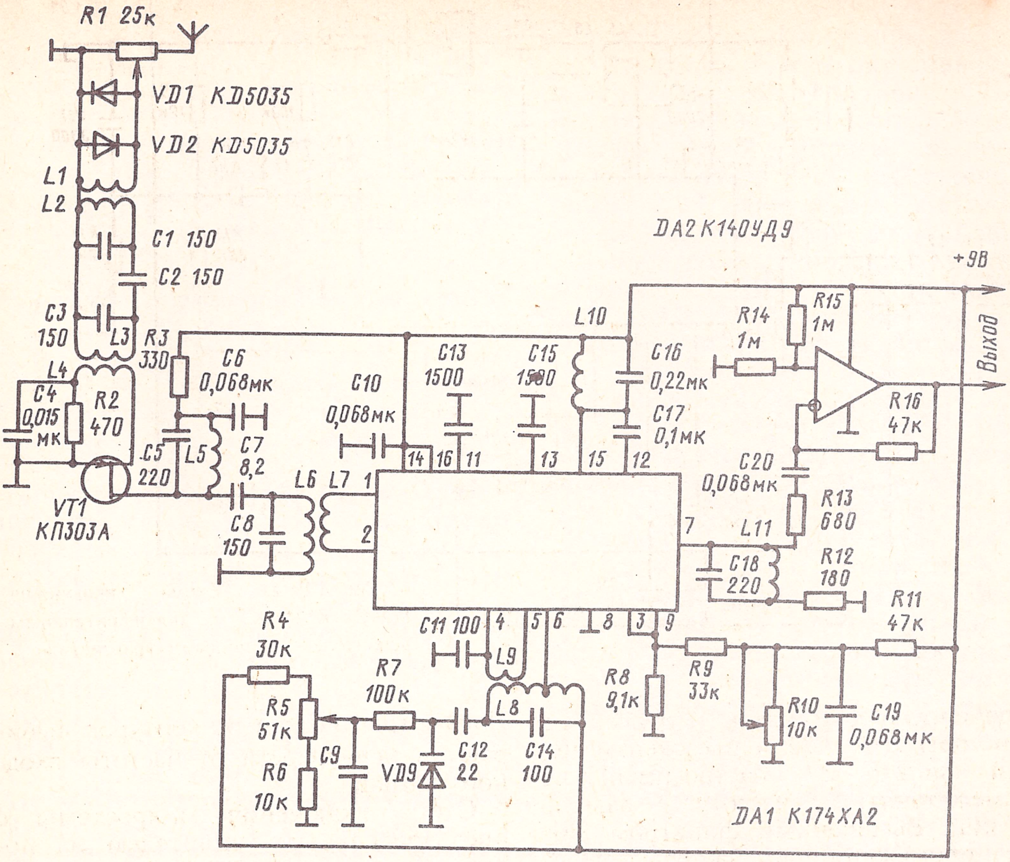


Рис. 4.19 г. Приемник сигналов частотой до 10 МГц на ИМС К174ХА2

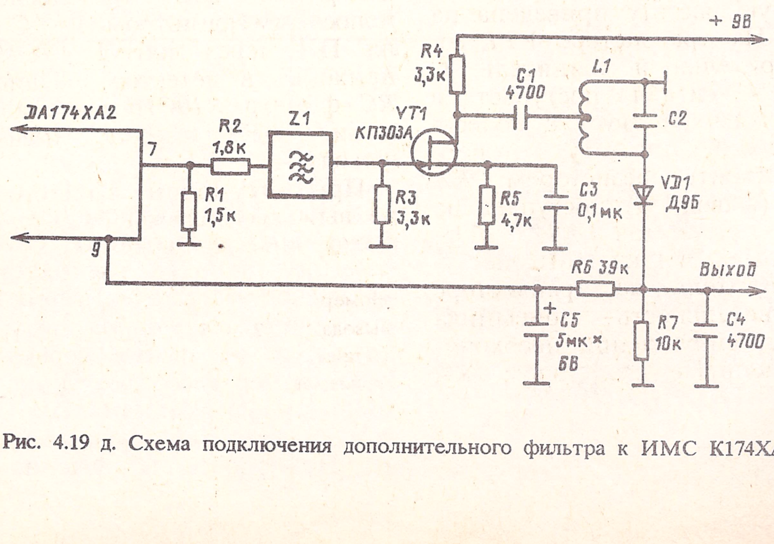


Рис. 4.19 д. Схема подключения дополнительного фильтра к ИМС К174ХА2

Схема приемника, рассчитанного на прием сигналов с частотой до 10 МГц, показана на рис. 4.19 г. Входной сигнал с антенны через переменный резистор *R1* и систему связанных фильтров поступает в усилитель на транзисторе *VT1*. Далее входной сигнал поступает на микросхему *DA1*, где он взаимодействует с колебаниями гетеродина, которые формирует контур *L8C14C12VD9*. Частоту настройки регулируют переменным резистором *R5*. Разностный сигнал с частотой 1 кГц выделяется в контуре *L10C16* и через вывод *12* поступает на вход усилителя ПЧ, который обеспечивает усиление приблизительно в 1500 раз. Выходной контур усилителя ПЧ *L11C18* выделяет полезный сигнал и он приходит на ОУ *DA2*. Переменным резистором *R10* можно менять чувствительность приемника, которая составляет около 0,1 мкВ. При приведенных на схеме номиналах элементов уход частоты не превышает 6 Гц в минуту.

На рис. 4.19 д показано подключение дополнительного фильтра *Z1* к выходу микросхемы, что улучшает селекцию сигналов ПЧ. Транзистор *VT1* обеспечивает дополнительное усиление.

Электрические параметры ИМС К174ХА2 при 25±10°С и $U_{и.п}$=9 В

Ток потребления $I_{пот}$, мА, не более 16
Отношение сигнал-шум $K_ш$, дБ, при $U_{вх}$=20 мкВ, не менее 26
Выходное напряжение низкой частоты $U_{вых\ 1\ НЧ}$, мВ, при $U_{вх}$=20 мкВ, не менее 60
Выходное напряжение низкой частоты $U_{вых\ 2\ НЧ}$, мВ, при $U_{вх}=5\cdot10^5$ мкВ 100...560
Коэффициент гармоник $K_г$, %, при $U_{вх}=5\cdot10^5$ мкВ, не более 10
Коэффициент гармоник $K_г$, %, при $U_{вх}=3\cdot10^4$ мкВ, не более 8
Частота входного сигнала $f_{вх}$, МГц, не более 27
Входное сопротивление УВЧ $R_{вх\ УВЧ}$, кОм, не менее 3
Входное сопротивление УПЧ $R_{вх\ УПЧ}$, кОм, не менее 3
Выходное сопротивление $R_{вых\ 7}$, кОм, на выводе *7*, не менее 60
Изменение выходного напряжения низкой частоты $\Delta U_{вых\ НЧ}$ при изменении $U_{и.п}$ от 4,8 до 9 В при $U_{вх}$=10 мкВ, m=30 %, не более 6

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К174ХА2

Напряжение питания $U_{и.п}$, В:
минимальное 4,8
максимальное 15

ИМС К174ХА4 (рис. 4.20) предназначена для фазовой автоподстройки частоты, может работать как синхронный АМ детектор и как узкополосный фильтр с полосой пропускания до ±1 % относительно центральной частоты. ИМС применяется в диапазоне от 1 Гц до 15 МГц с регулируемым диапазоном слежения ±(1...15 %). ИМС содержит фазовый компаратор (перемножитель) *U1*, фильтр НЧ *Z1*, усилители *A1* и *A2*, ограничитель *ZL1*, генератор, управляемый напряжением (ГУН) *G1*, перемножитель *U2*, третий усилитель *A3*. Вход для АМ сигнала – вывод *4*, выход демодулированного сигнала – вывод *1*.

Входной сигнал с частотой f_c поступает на один вход фазового компаратора-перемножителя (см. рис. 4.20 а), а на другой его вход подаются колебания с образцового генератора *G1*, частотой которого управляет напряжение, прошедшее через фильтр НЧ *Z1*, усилитель и ограничитель *ZL1*. Когда на входе сигнала нет, ГУН настроен на центральную частоту входного сигнала. В этом случае на выходе перемножителя сигнал отсутствует и генератор не управляется. Если на вход подать сигнал, то на выходе перемножителя будет сигнал рассогласования, пропорциональный разности частот и фаз между взаимодействующими сигналами. Полярность напряжения ошибки

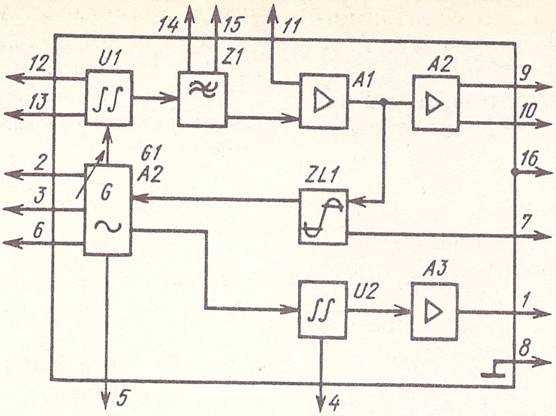


Рис. 4.20 а. Структурная схема ИМС К174ХА4

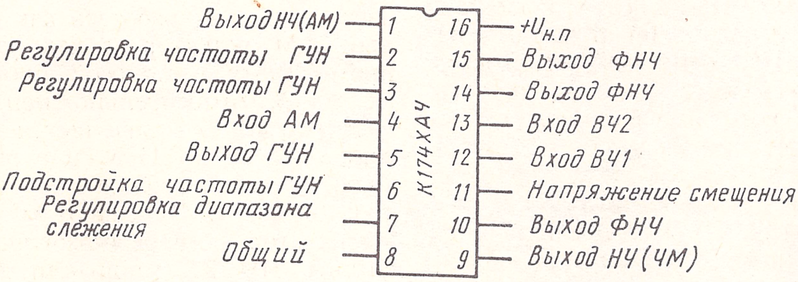


Рис. 4.20 б. Назначение выводов ИМС К174ХА4

может быть как положительной, так и отрицательной в зависимости от того, какой из сигналов является ведущим по фазе. Напряжение ошибки подается на фильтр НЧ, где ослабляются высокочастотные составляющие. Сглаженное напряжение усиливается и поступает на вход ГУН. Частота генерируемых ГУН колебаний изменяется таким образом, чтобы с уменьшением напряжения ошибки уменьшалась разность частот между входным и гетеродинным сигналами. Напряжение ошибки уменьшается до тех пор, пока частоты сигнала и ГУН не уравняются, но между ними остается конечная разность фаз, которая здесь оказывается сигналом рассогласования, необходимым для удержания петли ОС в режиме смещения.

Зависимости основных параметров ИМС от режимов эксплуатации приведены на рис. 4.21.

Используя ИМС К174ХА4 можно строить модуляторы и демодуляторы сигналов. На рис. 4.22 а показана схема детектора ЧМ сигналов без катушки индуктивности. Однако ИМС К174ХА4 не обеспечивает высокого качества демодуляции широковещательных ЧМ сигналов: во-первых, ГУН имеет недостаточную термостабильность, во-вторых, простой фильтр не может полностью подавить несущую и она появляется на выходе. Для ЧМ детектора типичны следующие характеристики: порог детектирования 120 мкВ; амплитуда демодулированного сигнала 60 мВ; уровень нелинейных искажений 0,3 %; отношение сигнал/шум – 35 дБ.

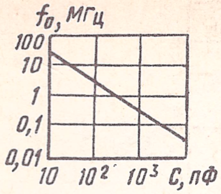


Рис. 4.21 а. Зависимость частоты ГУН от емкости времязадающего конденсатора для ИМС К174ХА4

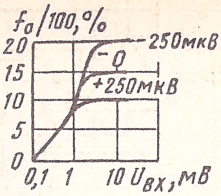


Рис. 4.21 б. Зависимость диапазона слежения от входного сигнала для ИМС К174ХА4

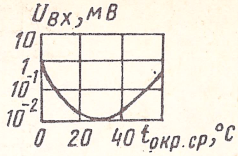


Рис. 4.21 в. Зависимость входного сигнала от температуры для ИМС К174ХА4

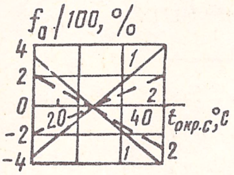


Рис. 4.21 г. Зависимость диапазона слежения от температуры для ИМС К174ХА4

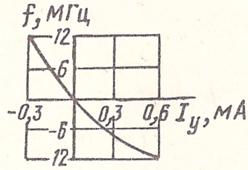


Рис. 4.21 д. Зависимость частоты ГУН от тока управления для ИМС К174ХА4

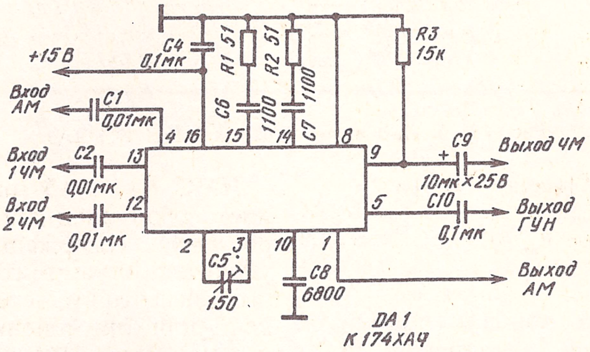


Рис. 4.22 а. Детектор ЧМ сигнала без катушки индуктивности на ИМС К174ХА4

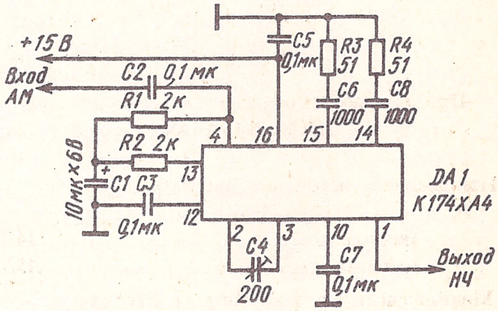


Рис. 4.22 б. Синхронный детектор АМ сигналов на ИМС К174ХА4

В режиме детектора АМ сигналов микросхема работает как синхронный детектор (рис. 4.22 б). Усиление преобразованного АМ сигнала составляет 12 дБ, подавление сигналов вне полосы преобразования 30 дБ, уровень нелинейных искажений 1 %.

Электрические параметры ИМС К174ХА4 при 25±10°С и $U_{и.п}$=15 В

Ток потребления $I_{пот}$, мА, не более......................12

Диапазон рабочих частот Δf.........................0,1 Гц...30 МГц

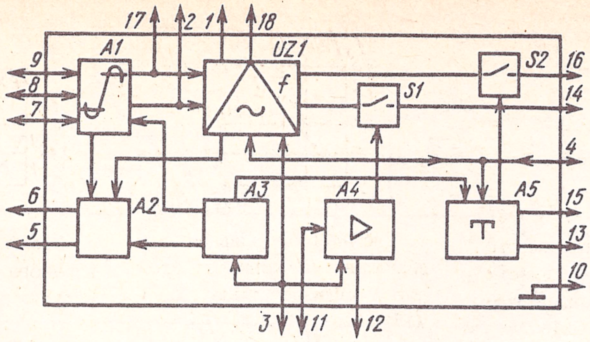


Рис. 4.23 а. Структурная схема ИМС К174ХА5

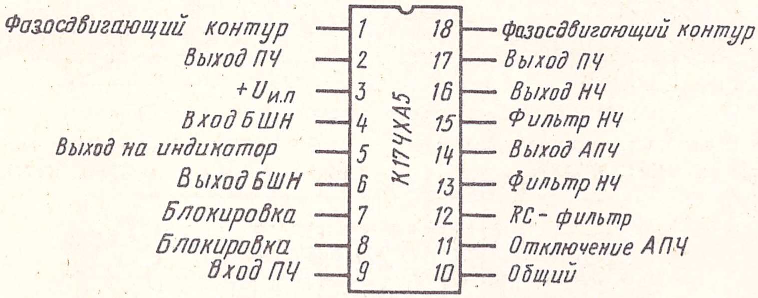


Рис. 4.23 б. Назначение выводов ИМС К174ХА5

Температурный коэффициент частоты ГУН Δt, %/°С ±0,6
Входное сопротивление $R_{вх}$, кОм 2
Входная емкость $C_{вх}$, пФ 4
Входное постоянное напряжение $U_{вх.\ пост}$, В 4
Выходное постоянное напряжение $U_{вых.\ пост}$, В 14
Амплитуда выходного сигнала $U_{вых}$, В 4
Коэффициент подавления амплитудной модуляции $K_{под\ АМ}$, дБ 40

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К174ХА4

Напряжение источника питания $U_{и.п}$, В:
- минимальное 14,25
- максимальное 15,75

Минимальный уровень сигнала, необходимый для слежения U_{min}, мкВ 100

ИМС К174ХА5 (рис. 4.23) представляет собой специализированную микросхему, содержащую комбинацию усилителя-ограничителя и квадратурного частотного детектора, предназначена для применения в трактах ПЧ и в детекторе ЧМ приемников.

В состав ИМС входят усилитель-ограничитель *A1*; детектор уровня *A2*; частотный детектор *UZ1*; стабилизатор напряжения *A3*; усилитель *A4*; триггер *A5*.

Основной тракт ИМС (усилитель-ограничитель и детектор ЧМ) дополнен трактом бесшумной настройки (БШН), управляющий сигнал для которого снимают с каскада усилителя-ограничителя через детектор уровня. Это же напряжение может использоваться для индикации уровня сигнала на входе. Кроме того имеются цепи коммутации тракта БШН и АПЧ (*S1*, *S2*).

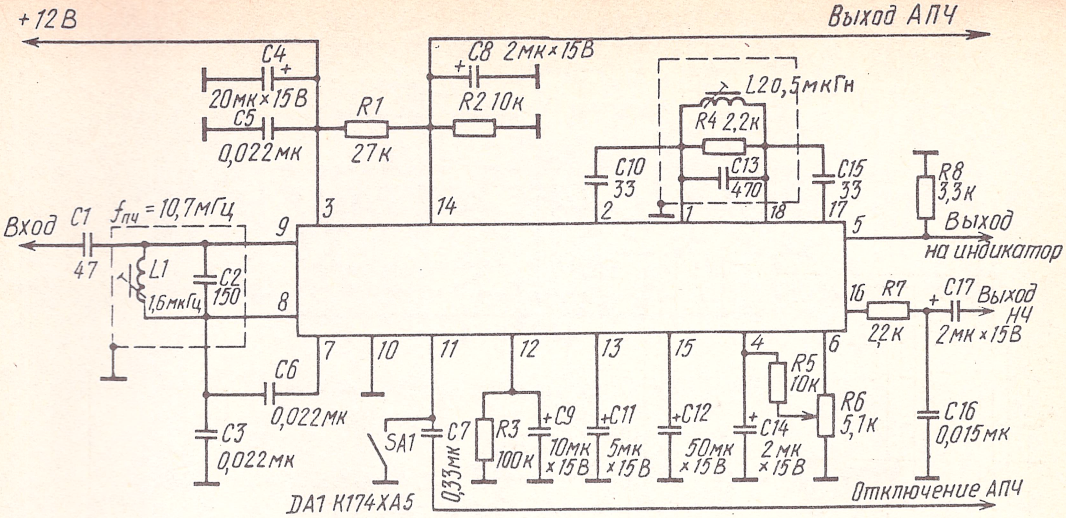


Рис. 4.23 в. Типовая схема включения ИМС К174ХА5

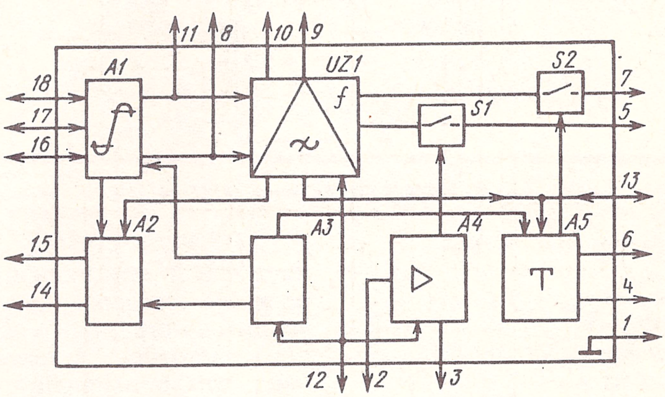


Рис. 4.24 а. Структурная схема ИМС К174ХА6

Входной контур ПЧ *L1C2* и фазосдвигающий контур частотного детектора *L2C13*, добротность которого определяется сопротивлением резистора *R4* настраивают на частоту 10,7 МГц. Переменный резистор *R6* позволяет установить желаемый уровень срабатывания тракта БШН.

Электрические параметры ИМС К174ХА5 при 25±10 °С и $U_{и.п}$=12 В

Ток потребления $I_{пот}$, мА, не более 30

Входное пороговое напряжение ограничения $U_{вх.огр}$, мкВ, при $f_{вх}$=10,7 МГц, $f_{мод}$=1 кГц, не более 100

Выходное напряжение низкой частоты $U_{вых\ нч}$, мВ при $U_{вх}$=10 мВ, $f_{вх}$=10,7 МГц, $f_{мод}$=1 кГц, Δf=±50 гГц, не менее 140

Постоянное напряжение на выводах *5* и *6*, U_5,U_6. В не менее 1

Коэффициент ослабления амплитудной модуляции $K_{ос\ АМ}$, дБ, при $U_{вх}$=10 мВ, f_0=10,7 МГц, $f_{мод}$=1 кГц, *m*=30 %, Δf=±50 кГц, не менее 40

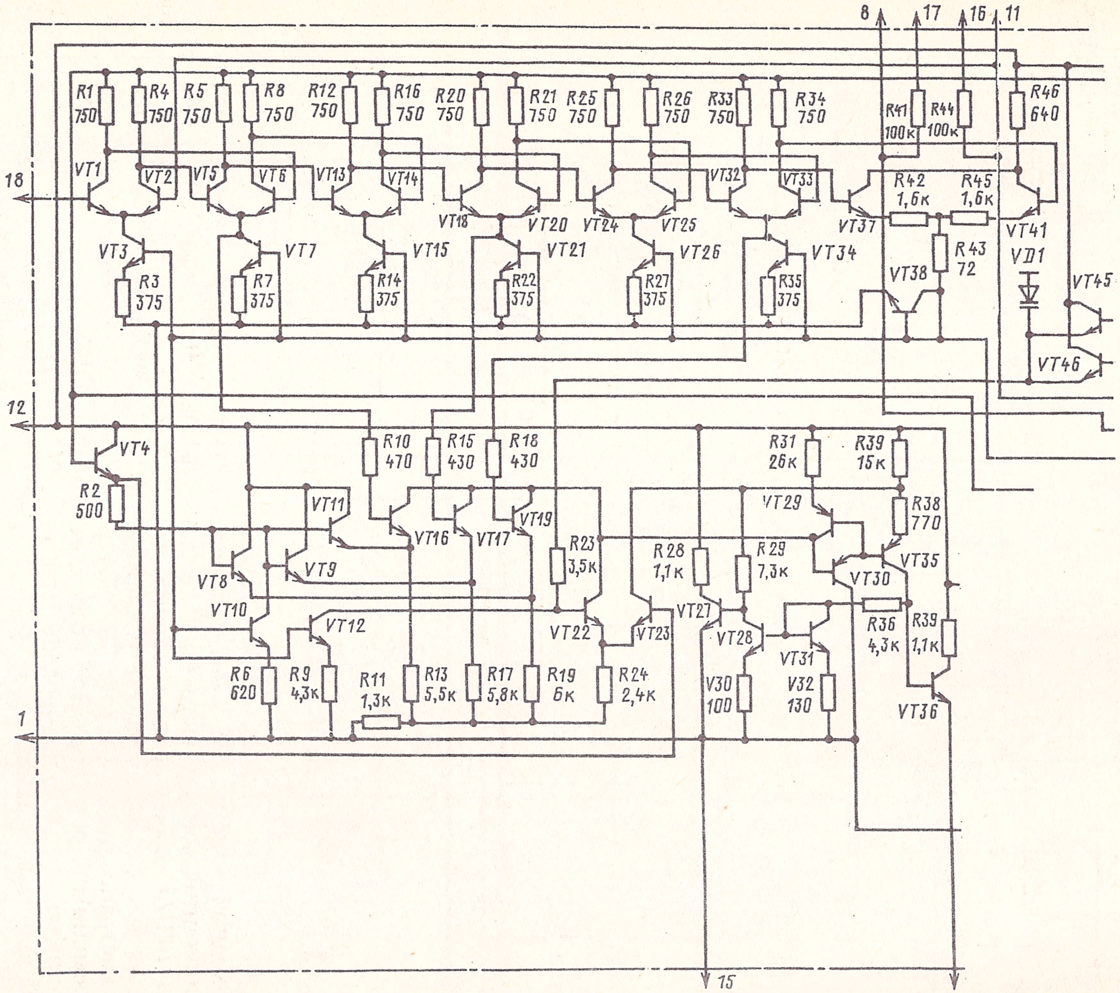
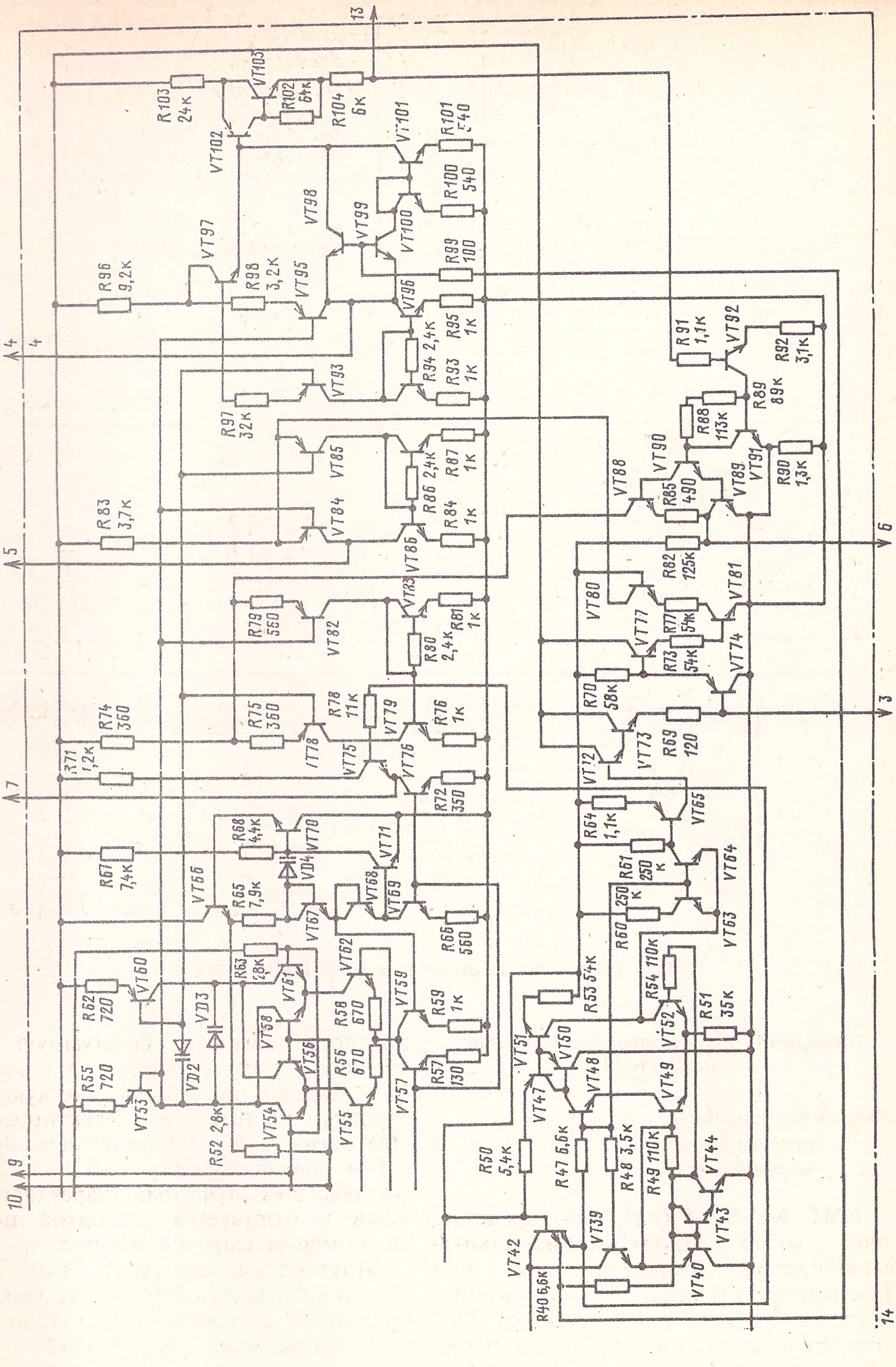


Рис. 4.24 б. Принципиальная схема ИМС К174ХА6


13
4
5
7
9
10
6
3
14
R103 24к
VT103
R102 6к
VT102
R104 6к
VT101
R101 540
R100 540
VT100
VT99
VT98
R99 100
VT97
R96 9,2к
R98 3,2к
VT95
VT96
R95 1к
R94 2,4к
R93 1к
VT93
R97 32к
VT85
VT84
R83 3,7к
R86 2,4к
R87 1к
R84 1к
VT86
R79 550
VT82
VT83
R80 2,4к
R81 1к
R74 360
R75 360
R78 11к
VT79
R76 1к
VT78
VT75
VT76
R71 1,2к
R72 350
R68 4,4к
VT70
VD4
VT71
R67 7,4к
VT66
R65 7,9к
VT67
VT68
VT69
R66 560
R63 4,8к
VT61
VT62
R62 720
VT60
VD3
VD2
R55 720
VT53
R52 2,8к
VT54
VT58
VT56
R58 670
R56 670
VT55
VT59
R59 1к
R57 130
VT57
R91 1,1к
VT92
R92 3,1к
R88 113к
R89 89к
VT90
VT88
R85 490
VT89
VT91
R90 1,3к
R82 125к
VT80
VT81
VT77
R77 54к
R73 54к
VT74
R70 58к
VT73
R69 120
VT72
VT65
R64 1,1к
R61 250к
VT64
R60 250к
VT63
R53 54к
R54 110к
R51 35к
VT51
VT50
VT52
VT47
VT48
VT49
R50 5,4к
R47 6,6к
R48 3,5к
R49 110к
VT44
VT39
VT43
VT42
VT40
R40 6,6к

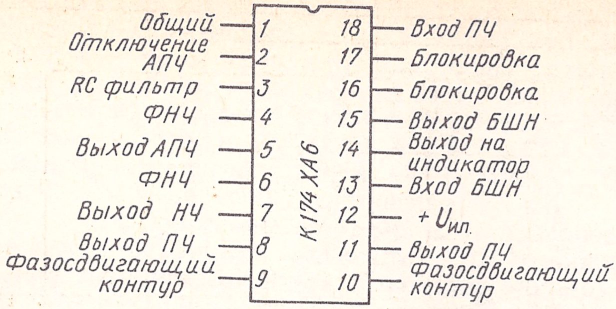


Рис. 4.24 в. Назначение выводов ИМС К174ХА6

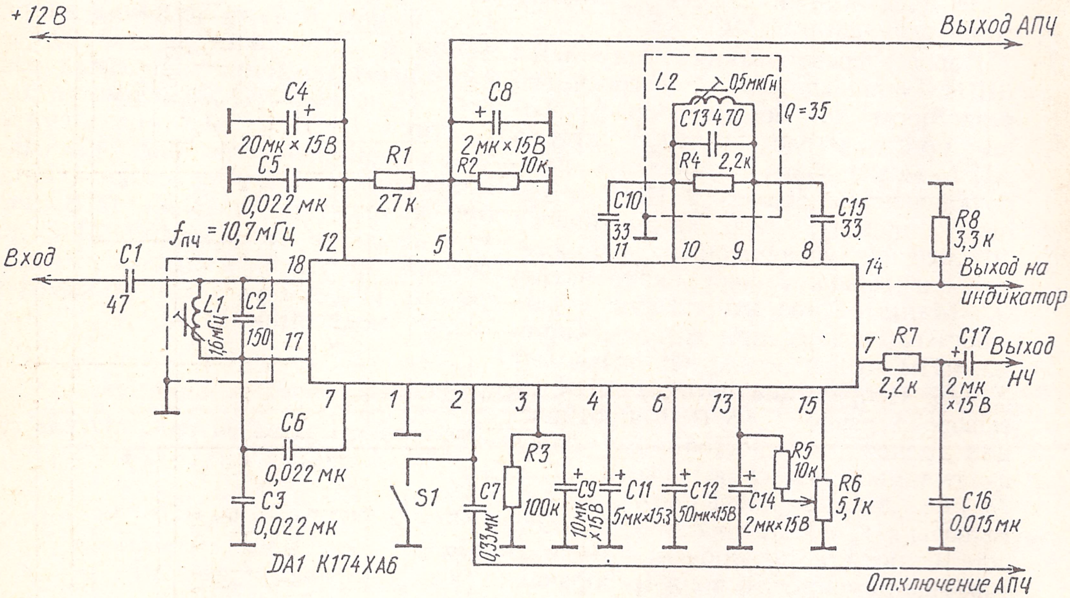


Рис. 4.24 г. Типовая схема включения ИМС К174ХА6

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К174ХА5

Напряжение питания $U_{и.п}$, В:

минимальное 5

максимальное 15

ИМС К174ХА6 (рис. 4.24) представляет собой многофункциональную микросхему, предназначенную для построения трактов промежуточной частоты УКВ ЧМ приемников. Она обеспечивает усиление, ограничение входного сигнала, бесшумную настройку, формирование напряжения для индикации, автоматическую настройку частоты и детектирование ЧМ сигнала. По выполняемым функциям она аналогична ИМС К174ХА5, но обладает лучшими характеристиками и отличается разводкой цепей по номерам выводов корпуса.

Микросхема содержит усилитель-ограничитель *A1*, детектор уровня *A2*, частотный детектор *UZ1*, стабилизатор напряжения *A3*, усилитель *A4*,

триггер *A5* и ключи *S1*, *S2*. Основной тракт ИМС (см. рис. 4.24 б), состоящий из многокаскадного усилителя-ограничителя на транзисторах *VT1...VT3*, *VT5...VT7*, *VT13...VT15*, *VT18*, *VT20*, *VT21*, *VT24...VT26*, *VT32...VT34*, *VT37*, *VT38*, *VT43* и детектор ЧМ (на транзисторах *VT53...VT62*) дополнен трактом бесшумной настройки (БШН), управляющий сигнал которого снимают с каскада усилителя-ограничителя через детектор уровня. Это же напряжение используется для индикации уровня сигнала на входе.

На рис. 4.24 г показана типовая схема включения ИМС.

Порог срабатывания устройства БШН устанавливают подстроечным резистором *R6*. Во время настройки на принимаемую частоту система АПЧ может быть отключена либо подключением вывода *2* ИМС к общему проводу, либо автоматически – подачей управляющего напряжения на вывод *2* через конденсатор *C7*. Минимальное напряжение управляющего сигнала, при котором система АПЧ отключается, не превышает 20 мВ. Напряжение сигнала АПЧ на выводе *5* равно 2...4,5 В. Сопротивление цепей по постоянному току, включенных между выводами *17* и *18*, не должно превышать 390 Ом. Выводы *14*, *15* предназначены соответственно для подключения индикатора напряженности поля и управления системой БШН. При включенной системе БШН входной сигнал подавляется не менее 60 дБ. Система бесшумной настройки отключается, если вывод *15* соединить с общим проводом. Остаточный уровень сигнала при отсутствии несущей частоты определяется резистором (сопротивлением не менее 10 кОм), включаемом между *6* и *12*.

Полоса пропускания усилителя ПЧ и коэффициент гармоник определяется резистором *R4*. Для входного напряжения 10 мВ и добротности контура, подключенного к выводам *9*, *10*, равной 35, коэффициент гармоник выходного напряжения не превышает 1 %, а при том же входном напряжении и добротности, равной 20, коэффициент гармоник становится равным менее 0,25 %. Зависимости параметров ИМС от режимов эксплуатации приведены на рис. 4.25. Все приведенные характеристики сняты при напряжении питания 12 В, частоте входного сигнала 10,7 МГц, девиации несущей частоты ±50 кГц, частоте модуляции 1 кГц и коэффициенте модуляции 30 %.

Электрические параметры ИМС К174ХА6 при $25\pm10°C$ и $U_{и.п}=12$ В

Ток потребления $I_{пот}$, мА, не более 16

Входное напряжение ограничения $U_{вх\ огр}$, мкВ, при $f_{вх}=10,7$ МГц, не более 60

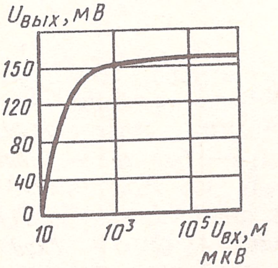


Рис. 4.25 а. Амплитудно-частотная характеристика ИМС К174ХА6

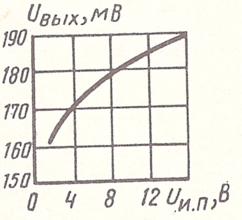


Рис. 4.25 б. Зависимость выходного напряжения от напряжения источника питания при $U_{вх}=10$ мВ для ИМС К174ХА6

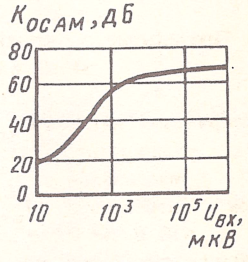


Рис. 4.25 в. Зависимость коэффициента ослабления паразитной амплитудной модуляции от напряжения входного сигнала для ИМС К174ХА6

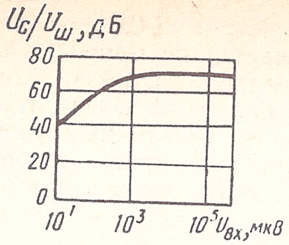


Рис. 4.25 г. Зависимость отношения сигнал/шум от входного напряжения для ИМС К174ХА6

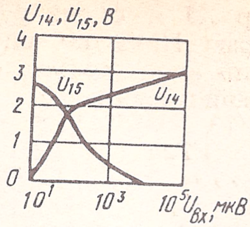


Рис. 4.25 д. Зависимость напряжения на выводах *14*, *15* от входного сигнала для ИМС К174ХА6

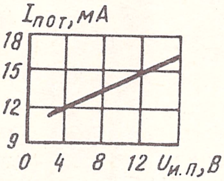


Рис. 4.25 е. Зависимость тока потребления от напряжения источника питания для ИМС К174ХА6

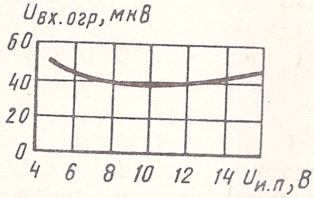


Рис. 4.25 ж. Зависимость изменения порога ограничения входного сигнала от напряжения питания для ИМС К174ХА6

Выходное напряжение низкой частоты $U_{вых\ нч}$, мВ, при $U_{вх}$=10 мВ, $f_{вх}$=10,7 МГц, Δf=±50 кГц, $f_{мод}$=1 кГц, не менее 160

Коэффициент ослабления амплитудной модуляции $K_{ос\ АМ}$, дБ, при $U_{вх}$=10 мВ, $f_{вх}$=10,7 мГц, Δf=±50 кГц, $f_{мод}$=1 кГц, m=30 %, не менее 46

Коэффициент гармоник $K_г$, %, при $U_{вх}$=10 мВ, $f_{вх}$=10,7 мГц, Δf=±50 кГц, $f_{мод}$=1 кГц, не более 1

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К174ХА6

Напряжение питания $U_{и.п}$, В:
- минимальное 4,5
- максимальное 18

Ток потребления $I_{пот}$, мА, при $U_{и.п}$=18 В, не более 21

Максимальный ток, мА:
- через вывод *14* $I_{14\ max}$ 3
- через вывод *15* $I_{15\ max}$ 1

Максимальное сопротивление по постоянному току между выводами *17* и *18* $R_{17,\ 18\ max}$, Ом 390

ИМС К174ХА7 (рис. 4.26) представляет собой многофазный перемножитель сигналов и предназначен для использования в узлах радиовещательной и связной аппаратуры.

Электрические параметры ИМС К174ХА7 при 25±10°С и $U_{и.п}$=±9 В

Ток потребления $I_{пот}$, мА, не более 25

Выходное напряжение $U_{вых}$, мВ, при $U_{вх}$=65 мВ, $f_{вх}$=5 МГц, не менее 300

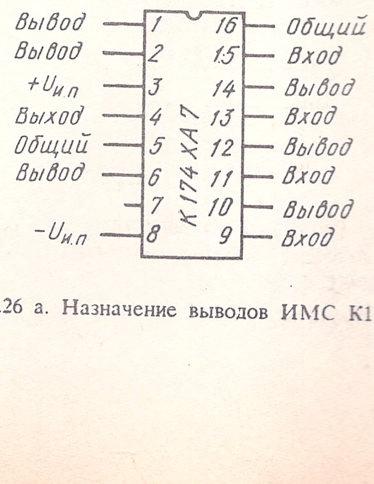


Рис. 4.26 а. Назначение выводов ИМС К174ХА7

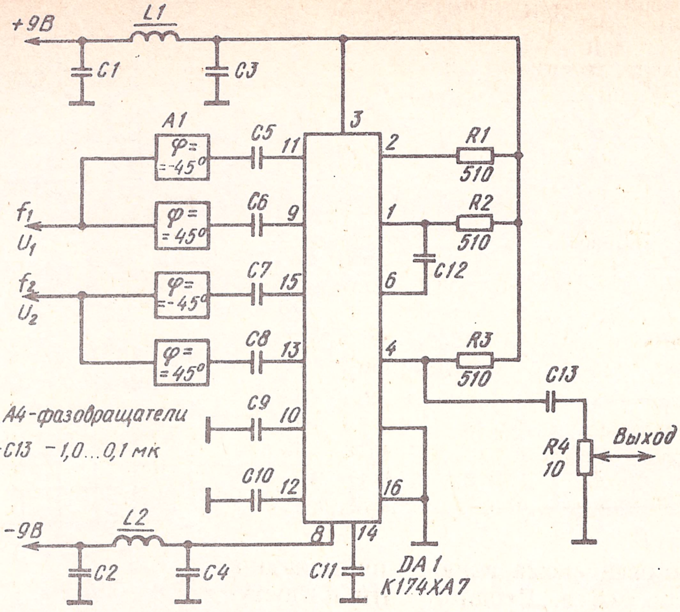


Рис. 4.26 б. Типовая схема включения ИМС К174ХА7

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К174ХА7

Напряжение питания $U_{и.п}$, В ±8,1...±9,9

ИМС К174ХА10 (рис. 4.27) представляет собой многофункциональную схему с элементами АМ и ЧМ трактов, предназначена для использования в АМ и АМ/ЧМ супергетеродинных приемниках не выше третьей группы сложности.

В состав ИМС входят усилители промежуточной (УПЧ) *A1*, радио- (УРЧ) *A2* и звуковой (УЗЧ) *A3* частоты, где модулятор АМ и ЧМ сигналов *UR1*, стабилизатор *A4*, смеситель *UZ1* и гетеродин *G1*.

При приеме в АМ диапазоне сигнал поступает на вывод *6*, усиливается УВЧ (транзисторы *VT30*, *VT34*) и подается на смеситель (транзисторы *VT29*, *VT31*...*VT33*). Сюда же поступают и колебания гетеродина (транзисторы *VT35*...*VT45*), внешний контур которого подключают к выводу *5*. С выхода смесителя (вывод *4*) преобразованный сигнал через внешний контур и входной пьезофильтр ПЧ поступает через вывод *2* на УПЧ, состоящий из пяти последовательно

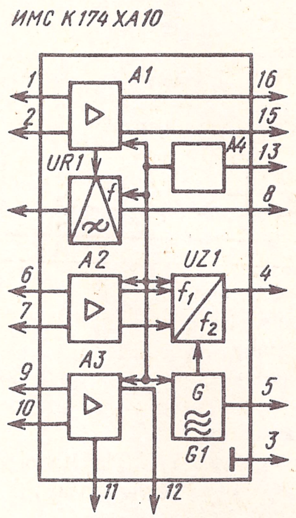


Рис. 4.27 а. Структурная схема ИМС К174ХА10

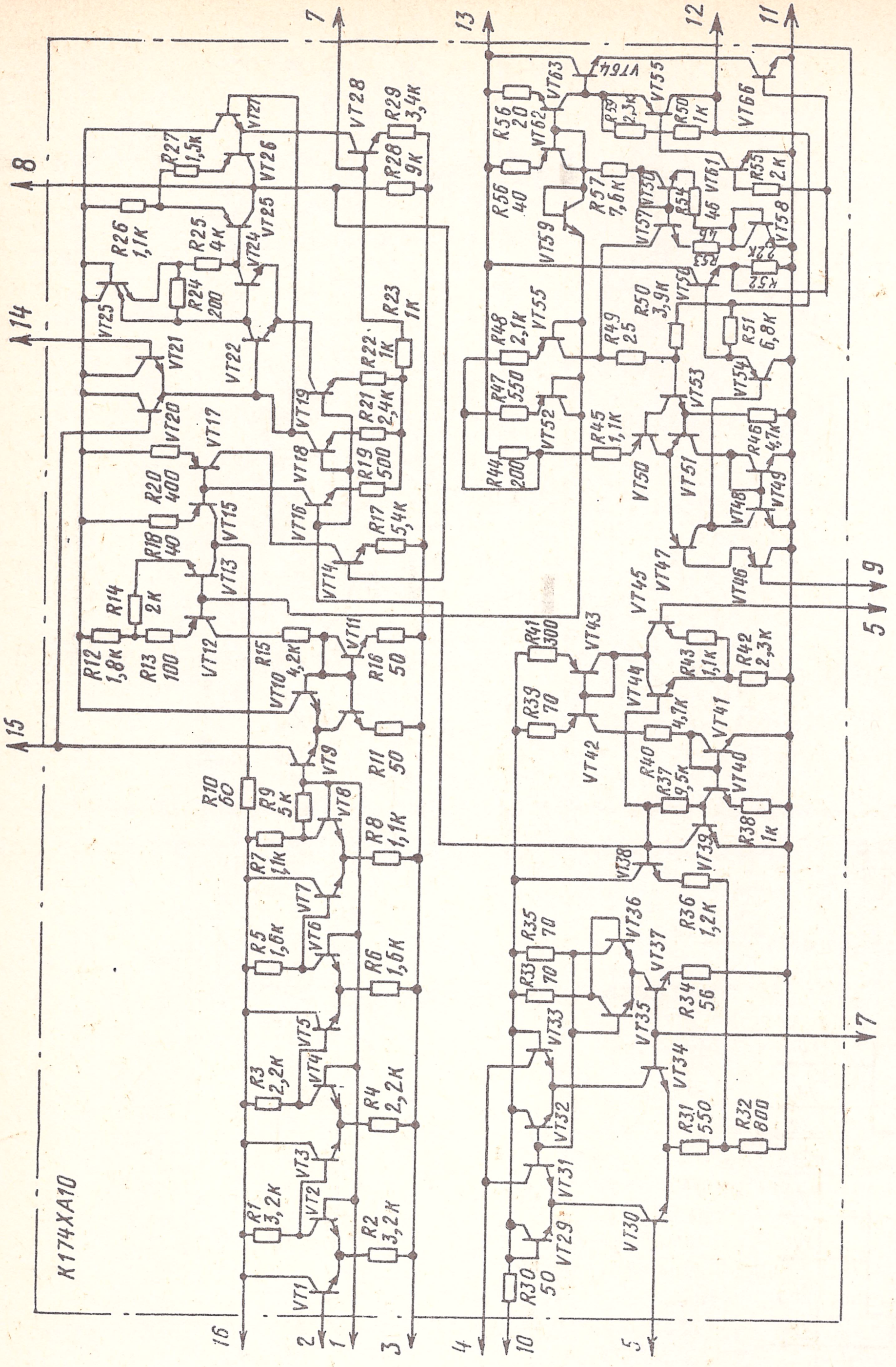


Рис. 4.27 б. Принципиальная схема ИМС К174ХА10



Рис. 4.27 в. Назначение выводов ИМС К174ХА10

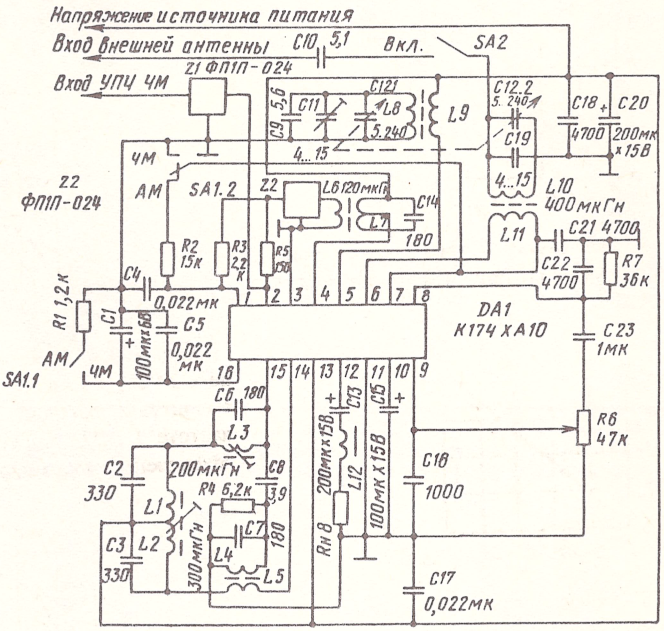


Рис. 4.27 г. Типовая схема включения ИМС К174ХА10

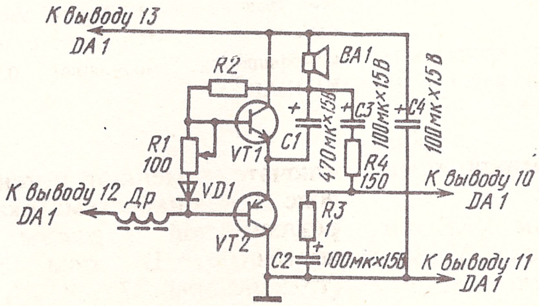


Рис. 4.27 д. Дополнительный каскад усиления мощности, подключаемый к выходу ИМС К174ХА10

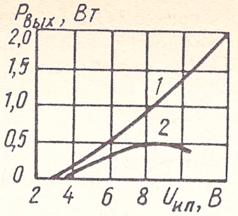


Рис. 4.28 а. Зависимость выходной мощности от напряжения питания при $f_с$=1 кГц, $R_н$=8 Ом, $K_г$=10 % (1), $K_г$=2 % (2) для ИМС К174ХА10

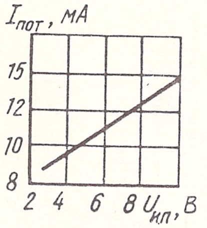


Рис. 4.28 б. Зависимость тока потребления от напряжения питания при ЧМ сигнале для ИМС К174ХА10

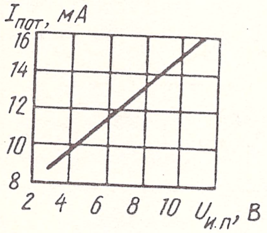


Рис. 4.28 в. Зависимость тока потребления от напряжения питания при АМ сигнале для ИМС К174ХА10

гальванически связанных дифференциальных усилителей на транзисторах *VT1...VT10* и далее на АМ детектор. После детектирования и усиления сигнал звуковой частоты с вывода *8* подают на регулятор громкости и далее через вывод *9* на вход УЗЧ (на транзисторах *VT46...VT66*). Выходное напряжение снимают с вывода *12*. Сигнал АРУ внутри микросхемы поступает на УВЧ и УПЧ.

При приеме в диапазоне УКВ сигнал после внешнего блока УКВ и пьезофильтра поступает на вывод *2* УПЧ. При этом с помощью пере-

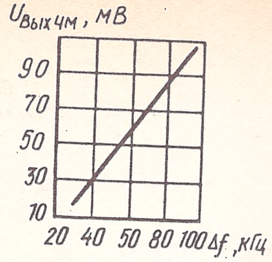


Рис. 4.28 г. Изменение напряжения на выходе ЧМ детектора от девиации частоты входного сигнала при частоте 10,7 МГц и амплитуде входного сигнала 1 мВ для ИМС К174ХА10

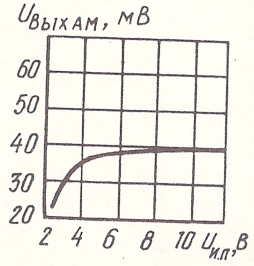


Рис. 4.28 д. Изменение напряжения на выходе АМ-детектора от напряжения питания при амплитуде входного сигнала 50 мВ, несущей частоте 1 МГц, частоте модуляции 1 кГц и коэффициенте модуляции 0,3 для ИМС К174ХА10

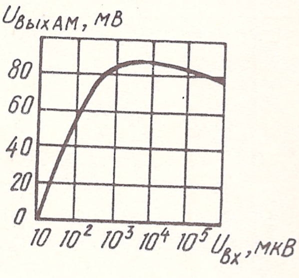


Рис. 4.28 е. Передаточная характеристика АМ тракта при напряжении питания 9 В, несущей частоте 1 МГц, частоте модуляции 1 кГц, коэффициенте модуляции 0,3 для ИМС К174ХА10

ключателя меняют потенциал на выводе *7* и микросхема оказывается переключенной в режим приема ЧМ колебаний. В этом случае УПЧ (транзисторы *VT1...VT10*) работает как усилитель-ограничитель, а перемно-

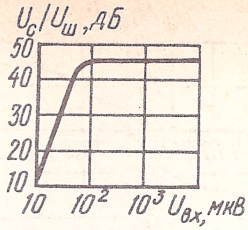


Рис. 4.29 а. Зависимость отношения сигнал/шум от амплитуды входного сигнала ЧМ тракта при частоте входного сигнала 10,7 МГц, девиации частоты 50 кГц для ИМС К174ХА10

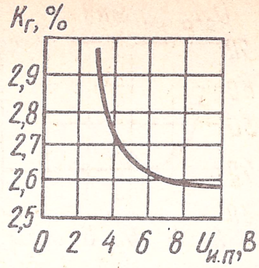


Рис. 4.29 г. Зависимость коэффициента гармоник от напряжения питания при частоте 1 кГц и сопротивлении нагрузки 8 Ом для ИМС К174ХА10

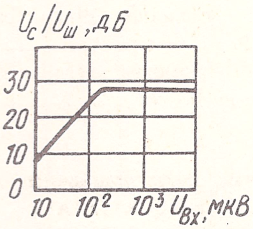


Рис. 4.29 б. Зависимость отношения сигнал/шум от амплитуды входного сигнала АМ тракта при частоте входного сигнала 1 МГц, частоте модуляции 1 кГц, коэффициенте модуляции 0,3 для ИМС К174ХА10

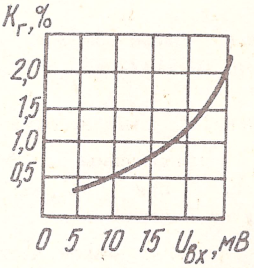


Рис. 4.29 д. Зависимость коэффициента гармоник от амплитуды входного сигнала при частоте 1 кГц и сопротивлении нагрузки 8 Ом для ИМС К174ХА10

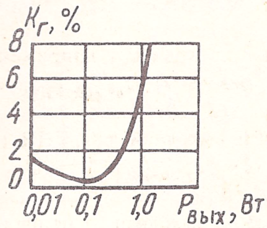


Рис. 4.29 в. Зависимость коэффициента гармоник от выходной мощности при частоте 1 кГц и сопротивлении нагрузки 8 Ом для ИМС К174ХА10

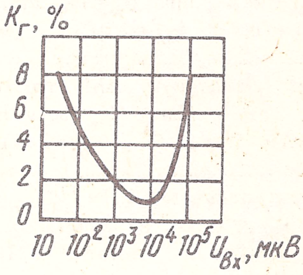


Рис. 4.29 е. Зависимость коэффициента гармоник всего тракта при АМ сигнале от амплитуды входного сигнала частотой 1 МГц, частоте модуляции 1 кГц, коэффициенте модуляции 0,3 для ИМС К174ХА10

житель – как квадратурный ЧМ детектор. Через выводы *14* и *15* к детектору подключают фазосдвигающий контур. Постоянное напряжение на выводе *16* может при этом использоваться как напряжение АПЧ для управления варикапами УКВ блока.

Выходной мощности микросхемы достаточно для небольших переносных приемников. Для более мощных приемников требуется дополнительный каскад усиления мощности, подобный показанному на рис. 4.27 *д*.

Зависимости параметров ИМС от режимов эксплуатации приведены на рис. 4.28, 4.29.

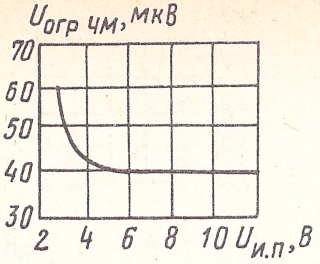


Рис. 4.29 ж. Изменение порога ограничения от напряжения питания для ЧМ тракта на ИМС К174ХА10

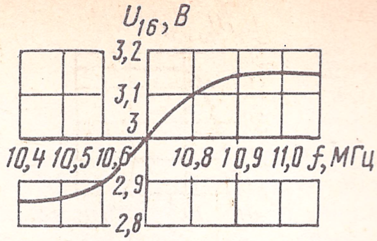


Рис. 4.29 з. Передаточная характеристика ЧМ детектора на ИМС К174ХА10

Электрические параметры ИМС К174ХА10 при 25±10°С и $U_{и.п}$=9 В

Ток потребления $I_{пот}$, мА, не более 16

Выходное напряжение УНЧ $U_{вых\ УНЧ}$, В, при $U_{вх}$=25 мВ, $f_{вх}$=1 кГц, не менее 1,55

Выходное напряжение низкой частоты АМ тракта $U_{вых\ НЧ,\ АМ}$, мВ, при $U_{вх}$=50 мкВ, $f_{вх}$=1 МГц, m=30 %, $f_{мод}$=1 кГц, не менее 30

Напряжение ограничения ЧМ тракта $U_{огр\ ЧМ}$, мкВ, при $f_{вх}$=10,7 МГц, Δf=±50 кГц, $f_{мод}$=1 кГц, не более 50

Отношение сигнал-шум АМ тракта $K_{шАМ}$, дБ, при $U_{вх}$=50 мкВ, $f_{вх}$=1 МГц, m=30 %, $f_{мод}$=1 кГц, не менее 20

Коэффициент гармоник УНЧ, $K_{г\ УНЧ}$, %, при $P_{вых}$=0,3 Вт, не более 2

Верхняя граничная частота УНЧ $f_{в\ УНЧ}$, кГц, не менее 25

Входное сопротивление УНЧ $R_{вх\ УНЧ}$, кОм, не менее 100

Нижняя граничная частота входного напряжения АМ тракта $f_{н\ АМ}$, кГц, не более 100

Верхняя граничная частота входного сигнала АМ тракта в режиме преобразования (по уровню 6 дБ) $f_{в\ АМ}$, МГц, не менее 12,5

Коэффициент гармоник АМ тракта $K_{г\ АМ}$, %, при $U_{вх}$=1 мВ, $f_{вх}$=1 МГц, $f_{мод}$=1 кГц, не более 5

Коэффициент подавления АМ сигнала ЧМ тракта $K_{ос\ АМ}$, дБ, не менее 40

Отношение сигнал-шум ЧМ тракта $K_{ш\ ЧМ}$, дБ, не менее 36

Коэффициент гармоник ЧМ тракта $K_{г\ ЧМ}$, %, не более 3

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К174ХА10

Напряжение источника питания $U_{и.п}$, В:
- минимальное 3
- максимальное 12

Максимальное входное напряжение АМ тракта $U_{вх\ max\ АМ}$, В, не более 0,5

Максимальное входное напряжение УНЧ (на выводе 9) $U_{вх\ max\ УНЧ}$, мВ, не более 30

Максимальный выходной ток УНЧ (на выводе 12) $I_{вых\ max\ УНЧ}$, А, не более 0,5

Максимальная выходная мощность УНЧ $P_{вых\ max\ УНЧ}$, Вт, при $R_н$=10 Ом, $K_г$=10 %, не менее 0,7

Рассеиваемая мощность $P_{расс}$, Вт, не более 1

Максимальный коэффициент гармоник $K_{г\ max}$, %, при $P_{вых}$=0,1 Вт, не более 10

ИМС К174ХА12 (рис. 4.30) представляет собой управляемый генератор – универсальную высокочастотную систему фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) с замкнутым контуром обратной связи, обеспечивающую

независимую регулировку центральной частоты и полосы удержания. Генератор содержит фазовый детектор *UR*, генератор управляемый напряжение *G1*, эмиттерный повторитель *A1*, синхронный детектор *UR2*.

Основным блоком в ИМС является управляемый генератор, от которого зависят такие параметры, как стабильность частоты выходных колебаний в диапазоне питающих напряжений и температуры, линейность модуляционных и демодуляционных характеристик, частота спектра выходного сигнала, диапазон рабочих частот. Управляемый генератор выполнен в виде эмиттерно-связанного мультивибратора, который работоспособен в широком диапазоне частот. Для минимизации температурного дрейфа частоты в нем предусмотрена температурная компенсация. Частота генератора определяется внешним частотно-задающим конденсатором, подключенным к выводам *2*, *3*. Изменяя номинал внешнего конденсатора в пределах 10^9...10 пФ, можно устанавливать частоту собственных колебаний ГУН в диапазоне 0...10^7 Гц. Схематическое построение генератора предусматривает возможность внешнего электронного управления частотой генерации и полосой удержания.

На вывод *6* подают управляющий ток 0...10 мА для электронной подстройки частоты генератора в пределах ±30 %. Вывод *7* используется аналогичным способом для электронной регулировки полосы удержания.

Фазовый детектор построен по схеме двойного балансного перемножителя на дифференциальных усилителях. Фильтр НЧ образован выходным сопротивлением фазового детектора и внешними элементами, подключаемыми к выводам *14* и *15*.

Фильтр нижних частот обеспечивает необходимую полосу захвата путем подключения внешних элементов к выводам *14*, *15*. Номинал подключаемого конденсатора (в микрофарадах) можно определить по формуле $C \approx 26{,}3/\Delta f$, где Δf, Гц – необходимая полоса захвата.

На базе ИМС К174ХА12 можно построить высококачественный ЧМ детектор, имеющий высокую линейность и обеспечивающий дополнительное ослабление паразитной АМ более чем 30 дБ. В ИМС предусмотрена возможность подключения внешнего конденсатора (вывод *10*), образующего совместно с внутренним сопротивлением микросхемы цепь коррекции предыскажений и обеспечивающего дополнительную фильтрацию несущей частоты. При использовании микросхемы в режиме следящего фильтра выходной сигнал управляемого генератора снимают с вывода *5* через развязывающий резистор сопротивлением не менее 1 кОм. Наличие синхронного детектора позволяет использовать ИМС в режиме синхронного АМ детектора, имеющего нелинейные искажения не более 1 % и обеспечивающего высокую помехоустойчивость. Для фильтрации ВЧ составляющих к выходу синхронного детектора подключают внешний конденсатор, который совместно с выходным сопротивлением детектора определяет полосу пропускания звуковых частот АМ тракта. При работе в режиме АМ детектора сигналы на входах фазового и синхронного детекторов должны быть сдвинуты по фазе друг относительно друга на 90°. Этого достигают с помощью внешнего фазовращателя, реализованного в простейшем случае на *RC* звеньях.

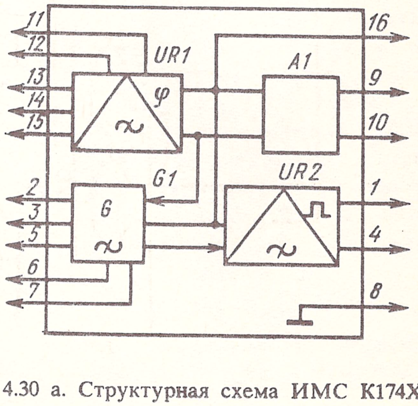


Рис. 4.30 а. Структурная схема ИМС К174ХА12

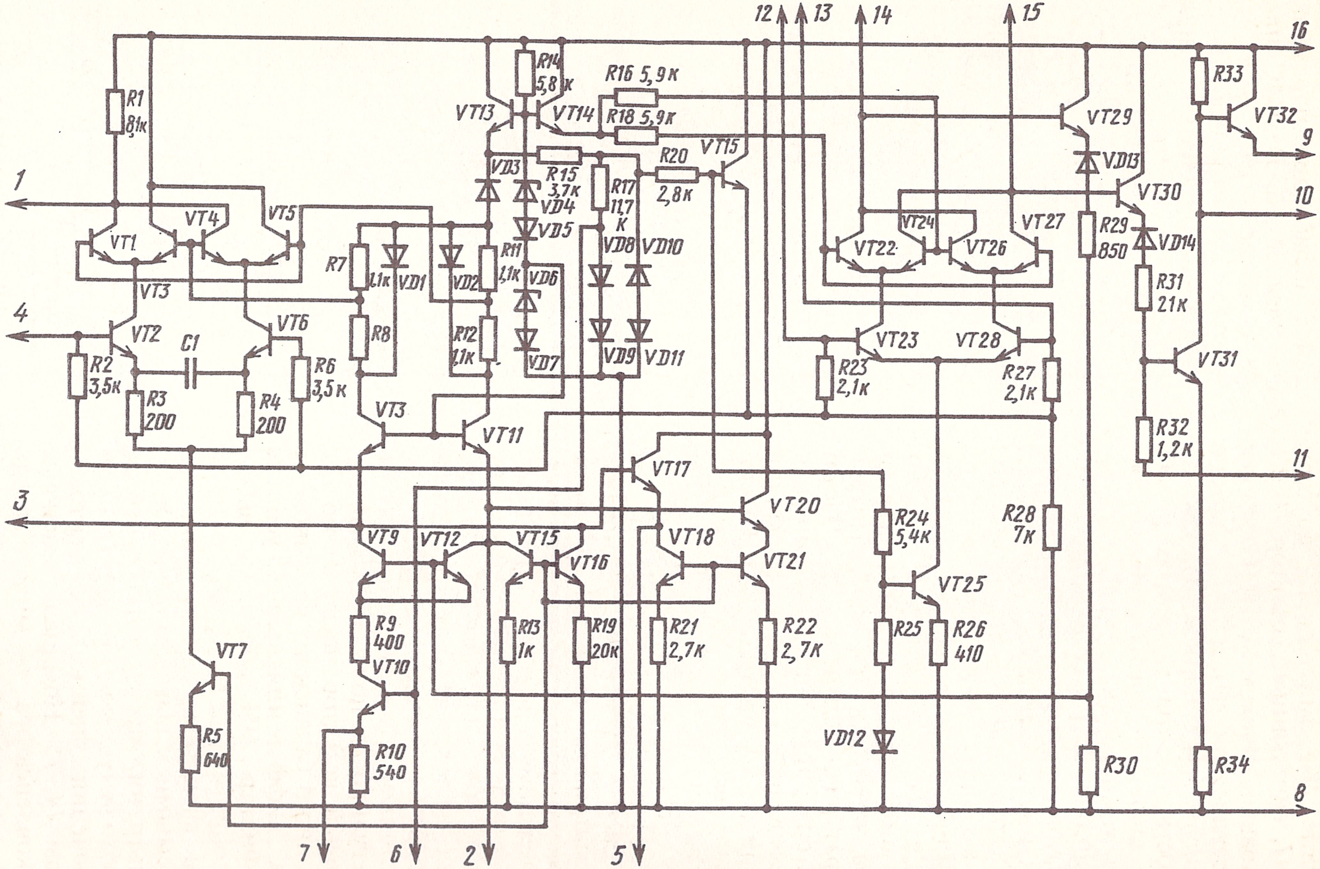


Рис. 4.30 б. Принципиальная схема ИМС К174ХА12



Рис. 4.30 в. Назначение выводов ИМС К174ХА12

Усилитель низкой частоты, выполненный на основе дифференциального усилителя и эмиттерного повторителя, обеспечивает выходное напряжение с амплитудой сигнала не менее 20 мВ.

ИМС можно принять в синтезаторах частоты, следящих фильтрах, в устройствах регулировки и управления скоростью двигателя. Подключив кварцевый резонатор к выводам *2*, *3*, можно построить кварцевый генератор, выходное напряжение которого снимают с вывода *5* (нагрузку при этом необходимо подключать через последовательно соединенные конденсатор емкостью 0,1 мкФ и резистор сопротивлением 1 кОм).

Зависимости основных параметров ИМС от режимов эксплуатации приведены на рис. 4.31.

На рис. 4.32 а приведена схема включения ИМС в режиме ЧМ детектора. В этом режиме максимального коэффициента ослабления пара-

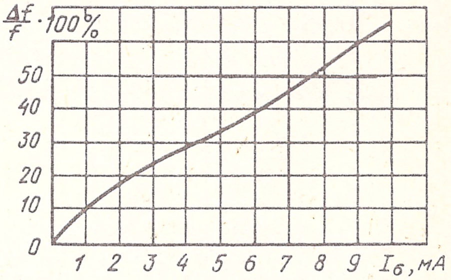


Рис. 4.31 б. Зависимость частоты свободных колебаний ГУН от тока управления на выводе *6* ИМС К174ХА12

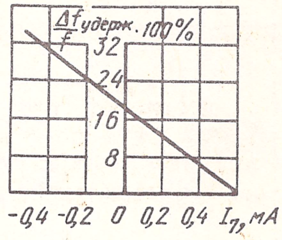


Рис. 4.31 в. Зависимость частоты ГУН от тока управления на выводе *7* ИМС К174ХА12



Рис. 4.31 а. Зависимость частоты свободных колебаний ГУН от частотозадающей емкости для ИМС К174ХА12

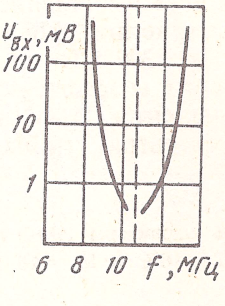


Рис. 4.31 г. Зависимость полосы синхронизации от уровня входного сигнала для ИМС К174ХА12

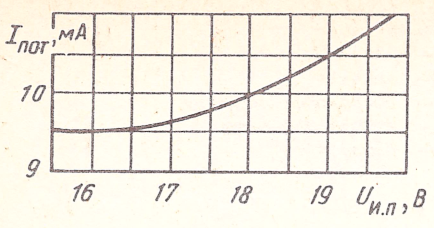


Рис. 4.31 д. Зависимость тока потребления от напряжения питания для ИМС К174ХА12

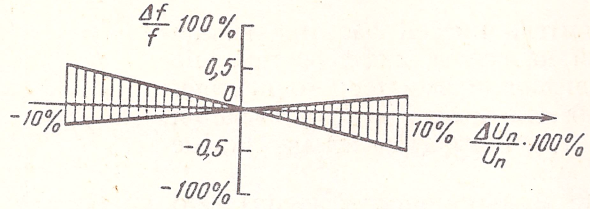


Рис. 4.31 е. Зависимость частоты свободных колебаний ГУН от изменения напряжения питания для ИМС К174ХА12

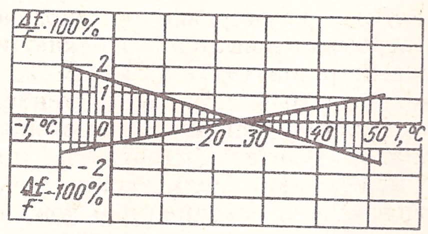


Рис. 4.31 ж. Температурная зависимость частоты свободных колебаний ГУН для ИМС К174ХА12

зитной АМ достигают при уровне входного сигнала от 1 до 5 мВ; при уровне входного сигнала менее 200 мкВ ухудшается отношение сигнал-шум.

В режиме синхронного АМ детектора (рис. 4.32 б) оптимальным является диапазон входных сигналов от 50 до 150 мВ, при котором коэффициент гармоник составляет менее 1 %. При увеличении уровня входного сигнала до 300 мВ нелинейные искажения могут возрасти до 10 %.

Схема включения ИМС в режиме следящего фильтра приведена на рис. 4.32 в.

Электрические параметры ИМС К174ХА12 при 25±10°С и $U_{и.п}$=18 В

Ток потребления $I_{пот}$, мА, не более 13

Выходное напряжение генератора, управляемого напряжением (ГУН) $U_{вых\ ГУН}$, мВ, при f=465 кГц, не менее 200

В режиме ЧМ детектора при f=10,7 МГц. $U_{вх}$=10 мВ, Δf=±50 кГц, $f_{мод}$=1 кГц:

коэффициент ослабления АМ сигнала $K_{ос\ АМ}$, дБ, не менее 26

коэффициент гармоник $K_{г\ ЧМ}$, %, не более 1

отношение сигнал-шум $K_{ш\ ЧМ}$, не менее 35

выходное напряжение НЧ $U_{вых\ НЧ}$, мВ, не менее 20

В режиме АМ детектора при $f_{вх}$=465 кГц, $U_{вх}$=10 мВ, m=30 %, $f_{мод}$=1 кГц:

коэффициент передачи синхронного детектора $K_{с.\ д}$, дБ, не менее 3

коэффициент гармоник $K_{г\ АМ}$, %, не более 1,5

отношение сигнал-шум $K_{ш\ АМ}$, дБ, не менее 40

входное сопротивление $R_{вх}$, кОм, не менее 3

выходное сопротивление $R_{вых}$, кОм, не более 8

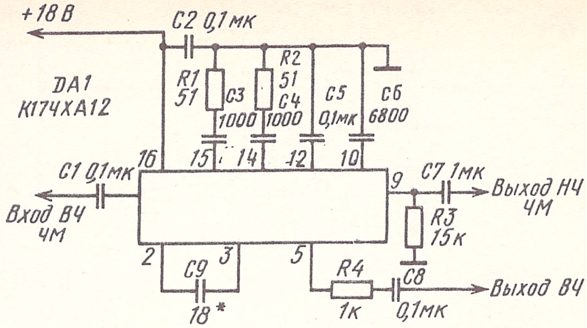


Рис. 4.32 а. Схема включения ИМС К174ХА12 в режиме детектора ЧМ сигнала при частоте 10,7 МГц

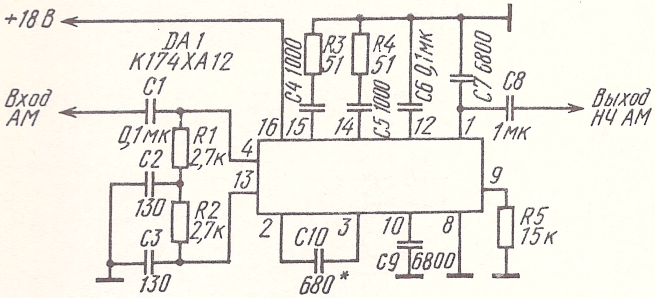


Рис. 4.32 б. Схема включения ИМС К174ХА12 в режиме синхронного детектора АМ сигнала при частоте 465 кГц

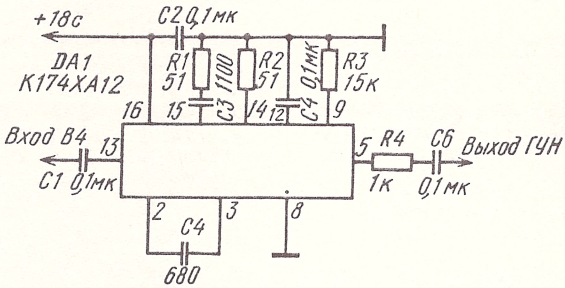


Рис. 4.32 в. Схема включения ИМС К174ХА12 в режиме следящего фильтра при частоте 465 кГц

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К174ХА12

Напряжение питания $U_{и.п}$, В 14...20

Входное напряжение ЧМ сигнала $U_{вх\ ЧМ}$, мВ, при детектировании 0,15...150

Входное напряжение АМ сигнала $U_{вх\ АМ}$, мВ, при детектировании, не более 500

Диапазон частоты $f_{пред}$ 0,1 Гц...15 МГц

ИМС К174ХА14 (рис. 4.33) представляет собой специализированную микросхему на основе устройства с фазовой автоподстройкой частоты (ФАПЧ). ИМС предназначена для стереодекодеров с полярной модуляцией, может использоваться в стереоприемниках вплоть до первой группы сложности.

В состав ИМС входят операционные усилители *A1*, *A4*, эмиттерные повторители *A2*, *A3*, *A6*, *A8*, декодер *U1*, синхронный детектор *UR1*, коммутатор *S1*, ГУН*G1*, делитель частоты на два *U2*, переключатель *S2*, усилитель с гистерезисом *A5*, ста-

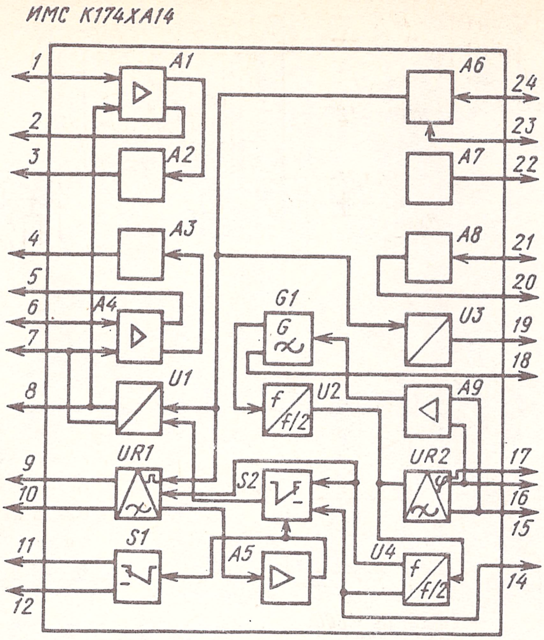


Рис. 4.33 а. Структурная схема ИМС К174ХА14



Рис. 4.33 б. Назначение выводов ИМС К174ХА14

билизатор напряжения *A7*, преобразователь *U3*, усилитель *A9*, фазовый детектор петли ФАПЧ *UR2*, делитель частоты на два *U4*.

Подстроечный резистор *R5* устанавливают в устройствах первой и второй группы сложности. С его помощью добиваются лучшего разделения каналов. Разрешается включать (принудительно) режим "МОНО" шунтированием резистора *R13* (которым подстраивают частоту ГУН) проводником. Резистором *R6* подстраивают корректор ФНЧ.

Зависимости основных параметров ИМС от режимов эксплуатации приведены на рис. 4.34.

Электрические параметры ИМС К174ХА14 при 25±10°С и $U_{и.п}$=12 В

Ток потребления $I_{пот}$, мА, не более......................22
Выходное напряжение $U_{вых}$, мВ, при $U_{вх}$=250 мВ, $f_{вх}$=31,5 кГц..........................220...350
Коэффициент линейного переходного затухания между каналами $\alpha_к$, дБ, не менее..32
Коэффициент разбаланса выходных напряжений между каналами $K_{раз}$, дБ, не более..3

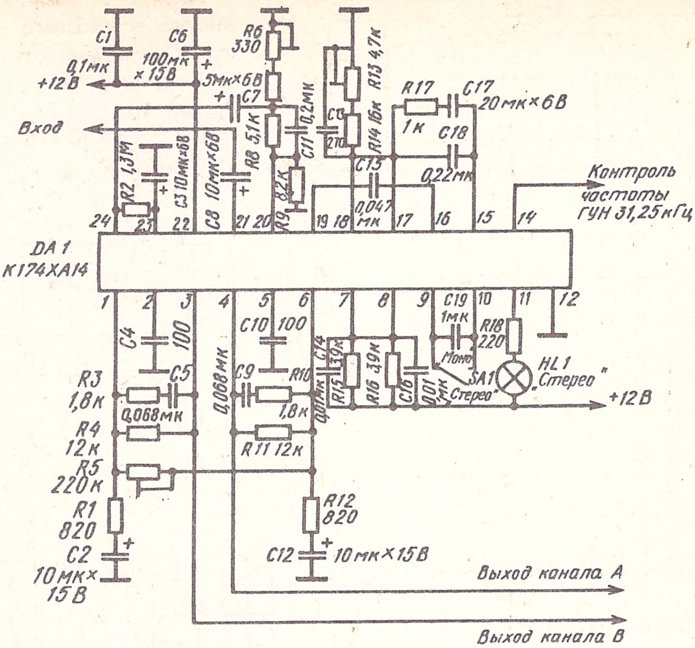


Рис. 4.33 в. Типовая схема включения ИМС К174ХА14

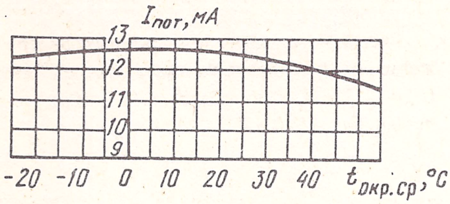


Рис. 4.34 а. Зависимость тока потребления от температуры окружающей среды при U_∞=12 В для ИМС К174ХА14

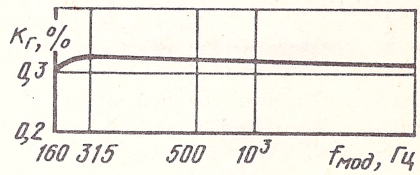


Рис. 4.34 в. Зависимость коэффициента гармоник от частоты модуляции при U_∞=12 В; U_1=250 мВ; f_1=31,25 кГц; m=0,8; T=25°С для ИМС К174ХА14

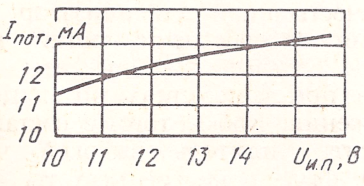


Рис. 4.34 б. Зависимость тока потребления от напряжения питания при температуре окружающей среды 25°С для ИМС К174ХА14

Коэффициент гармоник $K_г$, %, при $U_{вх}$=250 мВ, $f_{вх}$=31,5 кГц, не более 0,7

Отношение сигнал-шум $K_ш$, дБ, при $U_{вх}$=250 мВ, $f_{вх}$=31,5 кГц, не менее 60

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К174ХА14

Напряжение питания $U_{и.п}$, В:

минимальное 10

максимальное 16

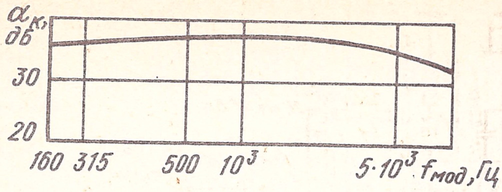


Рис. 4.34 г. Зависимость линейного переходного затухания между каналами от частоты модуляции при U_∞=12 В; U_1=250 мВ; f_1=31,25 кГц; m=0,8; T=25°С для ИМС К174ХА14

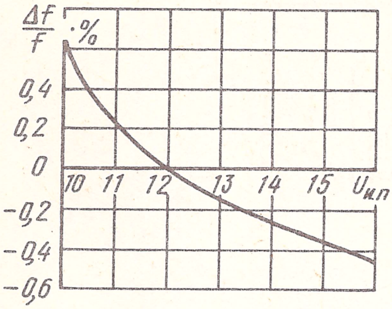


Рис. 4.34 д. Зависимость нестабильности собственной частоты ГУН от напряжения питания при T=25°С для ИМС К174ХА14

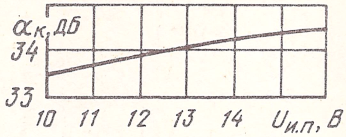


Рис. 4.34 е. Зависимость линейного переходного затухания между каналами от напряжения питания при U_1=250 мВ; f_1=31,25 кГц; fm=1 кГц; m=0,8; T=25°С для ИМС К174ХА14

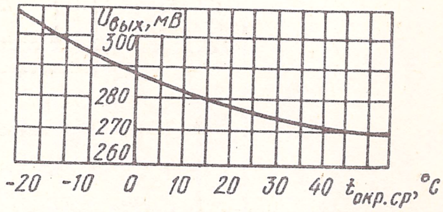


Рис. 4.34 ж. Зависимость выходного напряжения от температуры окружающей среды при U_∞=12 В; U_1=250 мВ; f_1=31,25 кГц; fm=1 кГц; m=0,8 для ИМС К174ХА14

Максимальное напряжение входного сигнала $U_{вх\ max}$, мВ, не более....800
Напряжение на выводах *7*, *8* U_7, U_8, В, относительно вывода *12*....7...15
Напряжение на выводе *11* U_{11}, В, относительно вывода *12* при отключенном индикаторе "Стерео"....10...16
Максимальный ток индикатора на выводе *11* $I_{11\ max}$, мА, не более....75
Входное сопротивление $R_{вх}$, кОм, не менее....25
Входное сопротивление на выводе *24* R_{24}, кОм, не менее....25
Выходное сопротивление на выводах *3*, *4* $R_{вых\ 3}$, $R_{вых\ 4}$, кОм, не более....1
Выходное сопротивление на выводе *20* $R_{вых\ 20}$, Ом, не более....50
Сопротивление нагрузки на выводах *3*, *4* $R_{н\ 3}$, $R_{н\ 4}$, кОм, не менее....1

ИМС К174ХА15 (рис. 4.35) представляет собой многофункциональную схему, предназначенную для УКВ блоков (аппаратов любой категории сложности до высшей). Достижение высоких параметров УКВ приема связано (рис. 4.35 а) с тем, что ИМС содержит симметричный смеситель-перемножитель *U1* с глубокой обратной связью, большим входным сопротивлением и значительным усилением, балансный гетеродин *G1*, буферный каскад *A3*, предохраняющему гетеродин от входных сигналов, усилитель АРУ *A2*, повышающий устойчивость блока УКВ к образованию паразитных каналов приема, и высококачественный стабилизатор напряжения *A4*, обеспечивающий, в частности, стабильность частоты гетеродина при колебаниях питающего напряжения. Кроме того, в состав ИМС входят усилитель высокой частоты *A1* и фильтр низкой частоты *Z1*.

ИМС содержит все активные элементы (см. рис. 4.35 б), необходимые для построения УКВ-блока. На тран-

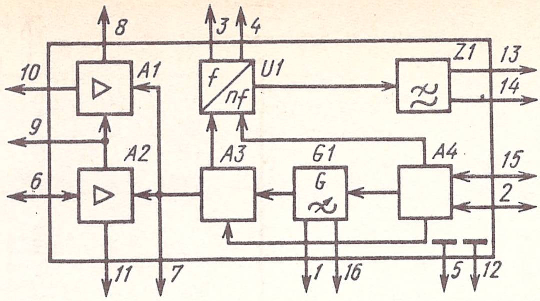


Рис. 4.35 а. Структурная схема ИМС К174ХА15

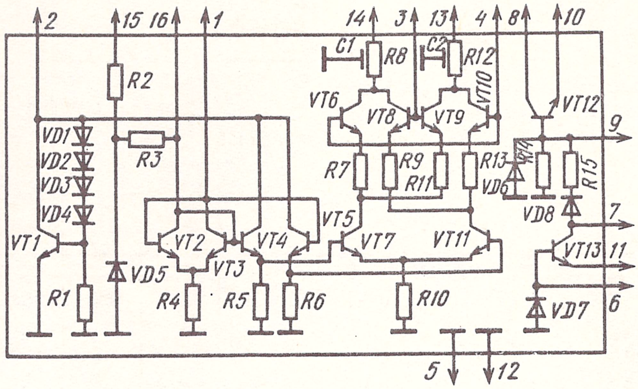


Рис. 4.35 б. Принципиальная схема ИМС К174ХА15

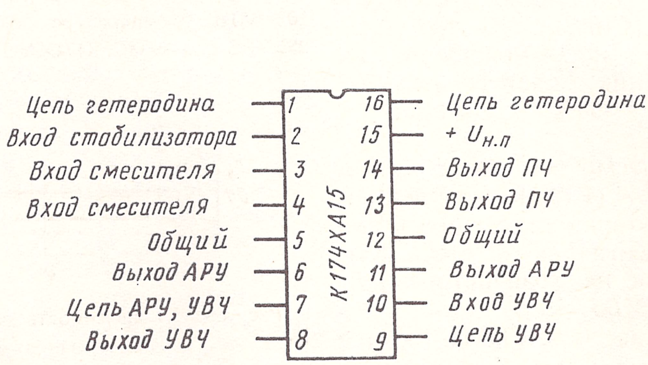


Рис. 4.35 в. Назначение выводов ИМС К174ХА15

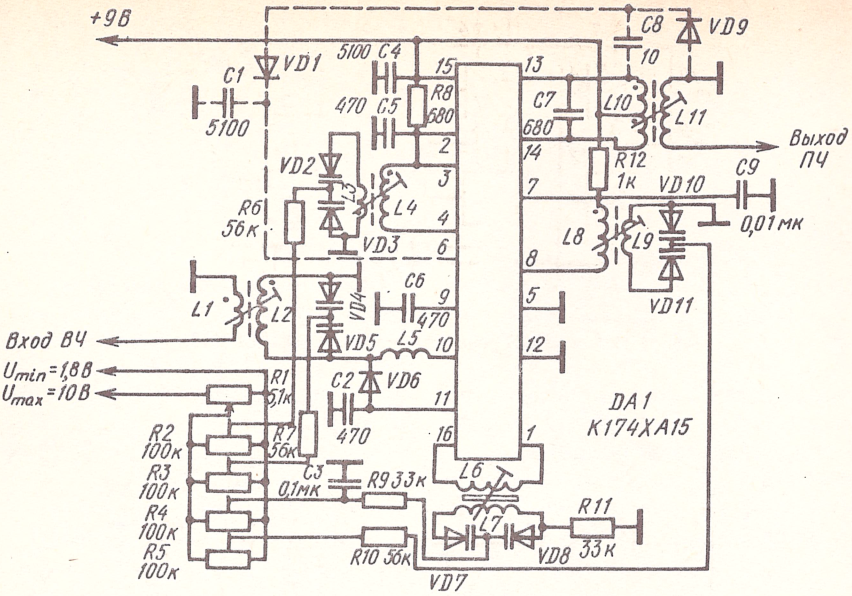


Рис. 4.35 г. Типовая схема включения ИМС К174ХА15

зисторе *VT12* собирают усилитель ВЧ, на который сигнал поступает с входного контура через вывод *10*, а усиленное напряжение с вывода *8* подают на настраиваемый контур и затем через выводы *3*, *4* на смеситель-перемножитель (на транзисторах *VT6*, *VT8*, *VT10*). Активными элементами гетеродина служат транзисторы *VT2* и *VT3* (контур подключают к выводам *1* и *16*). Колебания гетеродина через буферный усилитель на транзисторах *VT4*, *VT5* подают на перемножитель с помощью транзисторов *VT7*, *VT11*. Сигнал ПЧ поступает с коллекторов перемножителя на фильтры нижних частот на *RC* структурах и снимается с выводов *13*, *14*.

В ИМС предусмотрен также каскад на транзисторе (*VT13*) внутренней АРУ для предотвращения перегрузки при сильных сигналах и стабилизатор напряжения на транзисторе *VT1* и диодах *VD1*...*VD5*.

Блок УКВ на базе ИМС имеет электронную настройку. Частотой настройки управляют переменным резистором *R1*. Подстроечные резисто-

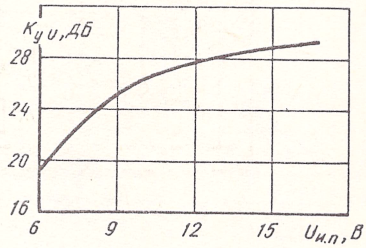


Рис. 4.36 а. Зависимость коэффициента усиления напряжения от напряжения питания при входном напряжении 1 мВ, частоте входного сигнала 69 МГц, промежуточной частоте 10,7 МГц, температуре окружающей среды 25±10°C для ИМС К174ХА15

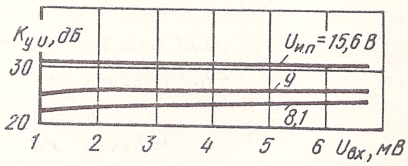


Рис. 4.36 б. Зависимость коэффициента усиления от входного напряжения при частоте входного сигнала 69 МГц, промежуточной частоте 10,7 МГц, температуре окружающей среды 25±10°C для ИМС К174ХА15

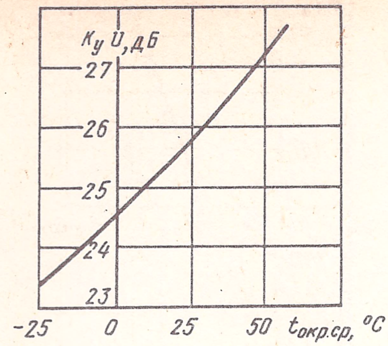


Рис. 4.36 в. Зависимость коэффициента усиления напряжения от температуры окружающей среды при напряжении питания 9 В, входном напряжении 1 мВ, частоте входного сигнала 69 МГц, промежуточной частоте 10,7 МГц для ИМС К174ХА15

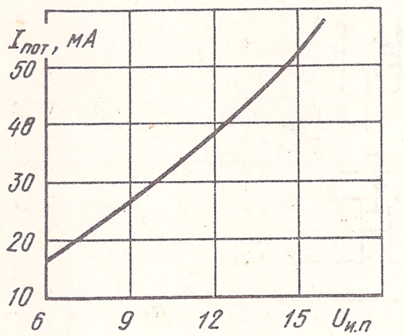


Рис. 4.36 г. Зависимость тока потребления от напряжения питания при частоте входного сигнала 69 МГц, промежуточной частоте 10,7 МГц, температуре окружающей среды 25±10°С для ИМС К174ХА15

ры *R2...R5* служат для точного сопряжения контуров. Основные параметры блока УКВ: промежуточная частота 10,7 МГц, ток потребления около 30 мА, коэффициент шума 6 дБ, усиление мощности 28 дБ, полоса пропускания по ВЧ – 1,7 МГц, по ПЧ – 0,5 МГц, подавление зеркального канала 80 дБ, ПЧ – 100 дБ.

Зависимости основных параметров ИМС от режимов эксплуатации приведены на рис. 4.36.

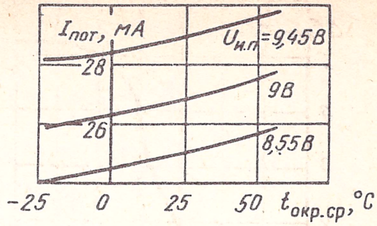


Рис. 4.36 д. Зависимость тока потребления от температуры окружающей среды при напряжении питания 8,55; 9; 9,45 В; частоте входного сигнала 69 МГц, промежуточной частоте 10,7 МГц для ИМС К174ХА15

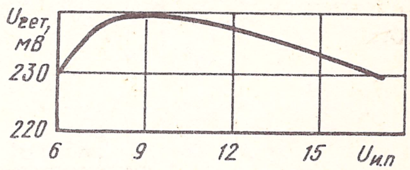


Рис. 4.36 е. Зависимость напряжения гетеродина от напряжения питания при входном напряжении 1 мВ, частоте входного сигнала 69 МГц, промежуточной частоте 10,7 МГц, температуре окружающей среды 25±10°С для ИМС К174ХА15

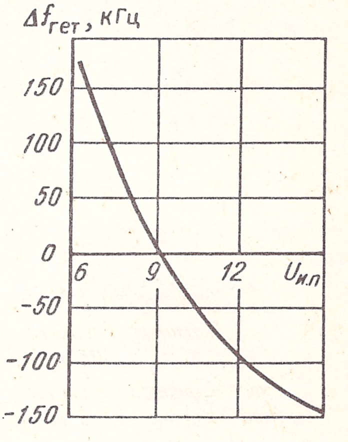


Рис. 4.36 ж. Зависимость изменения частоты гетеродина от напряжения питания при входном напряжении 1 мВ, температуре окружающей среды 25±10°С ($\Delta f_{гет} = f_{гет\,U} - 79{,}7$ МГц) для ИМС К174ХА15

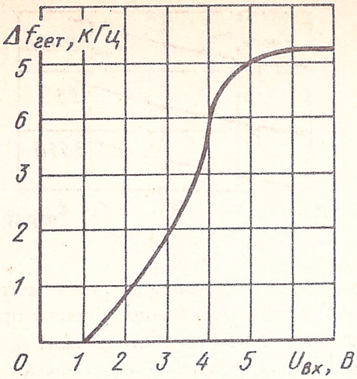


Рис. 4.36 з. Зависимость изменения частоты гетеродина от входного напряжения при напряжении питания 9 В, температуре окружающей среды 25±10°С ($\Delta f_{гет} = f_{гет} - 79{,}7$ МГц) для ИМС К174ХА15

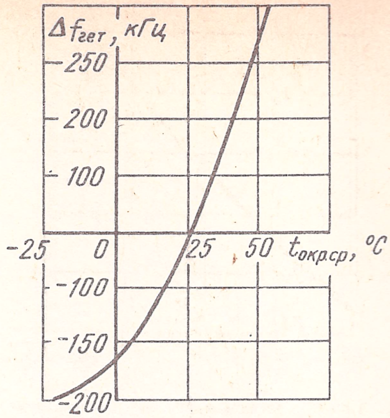


Рис. 4.36 и. Зависимость изменения частоты гетеродина от температуры окружающей среды при напряжении питания 9 В, входном напряжении 1 мВ ($\Delta f_{гет} = f_{гет\ T} - 79{,}7$ МГц)

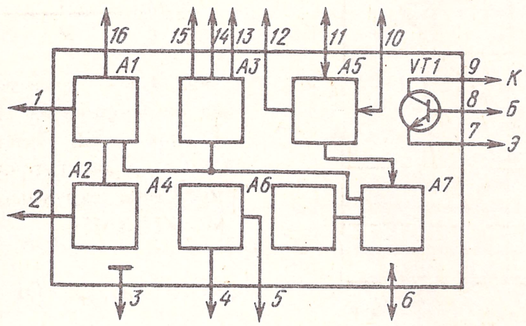


Рис. 4.37 а. Структурная схема ИМС К174ХА19

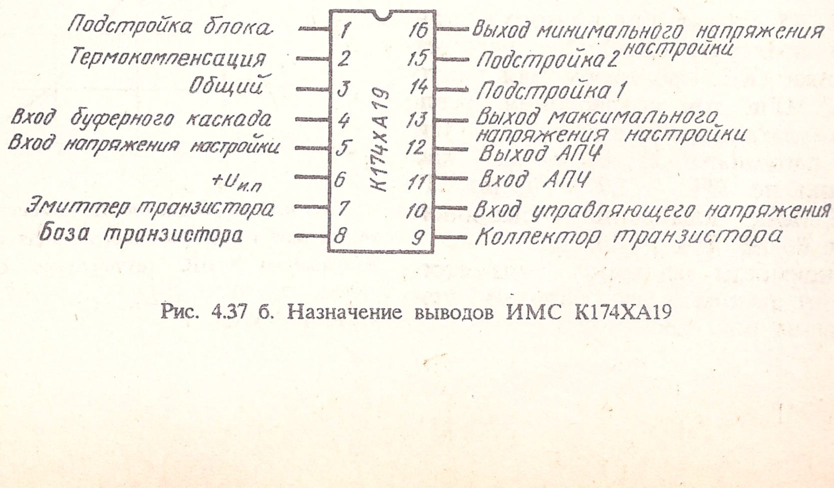


Рис. 4.37 б. Назначение выводов ИМС К174ХА19

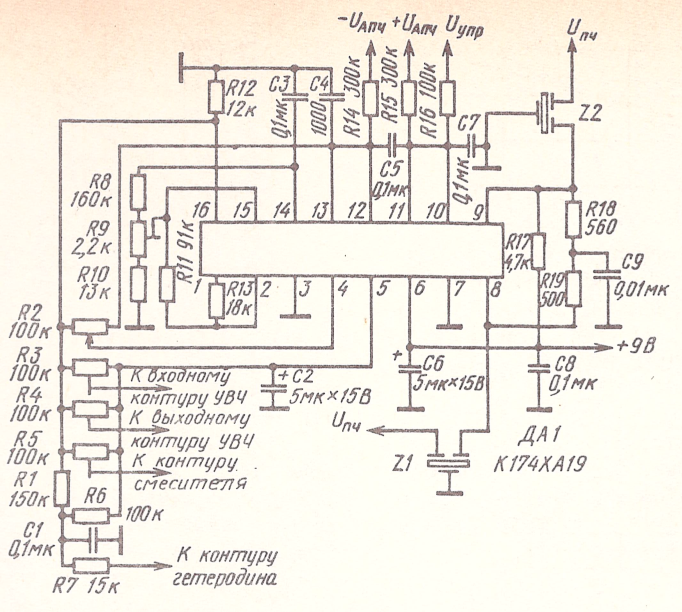


Рис. 4.37 в. Типовая схема включения ИМС К174ХА19

Электрические параметры ИМС К174ХА15 при 25±10°С и $U_{и.п}$=9 В

Ток потребления $I_{пот}$, мА, не более 30

Коэффициент усиления по напряжению K_{yU}, дБ, при $U_{вх}$=1 мВ, f=69 МГц, не менее 22

Коэффициент шума $K_ш$, дБ, не более 10

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К174ХА15

Напряжение питания $U_{и.п}$, В:

минимальное 8,1

максимальное 15,6

Ток на выводе 7 I_7, мА, не более 5

Частота входного сигнала $f_{вх}$, МГц, не более 108

Сопротивление нагрузки $R_н$, Ом, не менее 50

ИМС К174ХА19 (рис. 4.37) представляет собой многофункциональную схему, предназначенную для формирования стабилизированного управляющего напряжения настройки и обработки сигналов АПЧ в блоках УКВ радиоприемных устройств.

В ее состав входят: блок минимального напряжения настройки *A1*, элементы термокомпенсации *A2*, блок максимального напряжения настройки *A3*, буферный каскад *A4*, блок АПЧ *A5*, генератор постоянного тока *A6*, блок постоянного управляемого образцового напряжения *A7* и транзистор *VT1* для дополнительных функций.

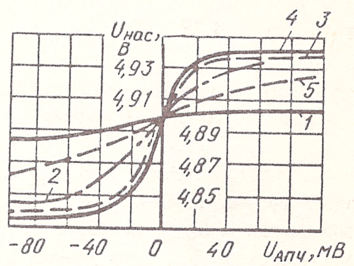


Рис. 4.38 а. Зависимость напряжения настройки от напряжения АПЧ для ИМС К174ХА19 при температуре окружающей среды 25±10°С, напряжении питания 9 В, синфазном напряжении 4 В и управляющем напряжении: *1* – 0,6 В; *2* – 0,8 В; *3* – 1,0 В; *4* – 1,2 В; *5* – 0,7 В

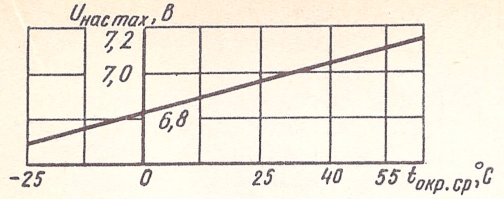


Рис. 4.38 б. Зависимость максимального напряжения настройки от температуры окружающей среды при напряжении питания 9 В, управляющем напряжении 1,2 В, синфазном напряжении 4 В для ИМС К174ХА19

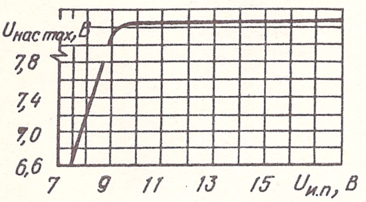


Рис. 4.38 в. Зависимость максимального напряжения настройки от напряжения питания при температуре окружающей среды 25±10°С, синфазном напряжении 4 В, управляющем напряжении 1,2 В для ИМС К174ХА19

Блок УКВ на базе ИМС К174ХА19 имеет электронную настройку. Частоту настройки изменяют переменным резистором *R2*. Подстроечные резисторы *R3*...*R5* служат для точного сопряжения контуров, *R9* – для термокомпенсации.

Зависимости основных параметров ИМС от режимов эксплуатации приведены на рис. 4.38.

Электрические параметры ИМС К174ХА19 при 25±10°С и $U_{и.п}$=9 В

Ток потребления $I_{пот}$, мА, не более 7,5
Напряжение настройки, В:
минимальное $U_{н\,min}$ не более 2,5
максимальное $U_{н\,max}$ не менее 6
Коэффициент влияния нестабильности источника питания $K_{вл}$ на напряжение настройки, не более$5 \cdot 10^{-3}$
Максимальный коэффициент наклона, %, мВ, характеристики АПЧ $K_{накл}$ при напряжении настройки
минимальном, не менее 0,06
максимальном, не менее..........................0,05

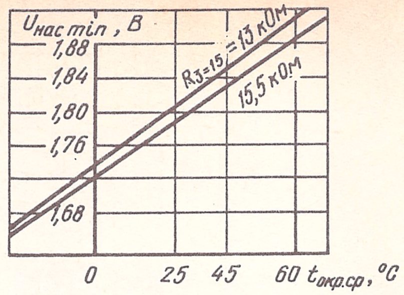


Рис. 4.38 г. Зависимость минимального напряжения настройки от температуры окружающей среды для ИМС К174ХА19 при напряжении питания 9 В, управляющем напряжении 1,2 В, синфазном напряжении 4 В и сопротивлении между выводами *15* и *3*: *1* – 13 кОм; *2* – 15,5 кОм

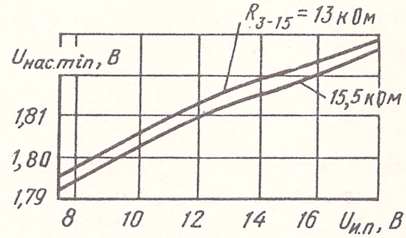


Рис. 4.38 д. Зависимость минимального напряжения настройки от напряжения питания для ИМС К174ХА19 при температуре окружающей среды 25±10°С, синфазном напряжении 4 В, управляющем напряжении 1,2 В и сопротивлении между выводами *15* и *3*: *1* – 13 кОм; *2* – 15,5 кОм

Максимальное относительное изменение напряжения настройки, вызванное действием АПЧ при напряжении настройки:
минимальном, не менее 0,8 %
максимальном, не менее.......................0,6 %

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К174ХА19

Напряжение питания $U_{и.п}$, В 8,55...16
Напряжение АПЧ $U_{АПЧ}$, мВ, не более..150
Синфазное напряжение на входе АПЧ $U_{сф\,АПЧ}$, В...0,9...13
Управляющее напряжение на выводе *10* U_{10}, В, не более.......................................1,2

Постоянный выходной ток в цепи выводов, мА:

- 9 – I_9, не более......3,6
- 13 – I_{13}, не более......0,08
- 14 – I_{14}, не более......0,051
- 16 – I_{16}, не более......0,2

4.4. СЕРИЯ К175

Серия К175 представляет собой комплект интегральных микросхем, предназначенных для применения в трактах промежуточной частоты радиолокационной и связной техники, а также для узлов радиоэлектронной аппаратуры. Микросхемы выполнены на биполярных транзисторах с изоляцией *p-n* переходом.

Состав серии

К175УВ1А,Б – широкополосный усилитель
К175УВ2А,Б – универсальный усилитель
К175УВ3А,Б – экономичный широкополосный
К175УВ4 – усилитель-преобразователь высокой частоты
К175ДА1 – детектор АМ сигналов и детектор АРУ с УПТ
К175ПК1 – регенеративный аналоговой делитель частоты

Микросхемы выпускаются в прямоугольном металло-стеклянном корпусе 401.14 – 4 с параллельным расположением выводов.

Основные эксплуатационные характеристики указанных типов ИМС приведены в табл. 4.4.

ИМС К175УВ1А, К175УВ1Б (рис. 4.39) представляет собой широкополосный усилитель и содержит трехкаскадный усилитель на транзисторах *VT2...VT4* и отдельный транзистор *VT1*.

В зависимости от верхней граничной частоты полосы пропускания ИМС делится на группы А и Б. У первой верхняя граничная частота не менее 30 МГц, у второй – не менее 45 МГц. Нижняя граничная частота полосы пропускания определяется емкостью переходных конденсаторов *C1*, *C4* (см. рис. 4.39 в). Амплитудно-частотную характеристику усилителя можно корректировать, подбирая емкость конденсатора *C2* (емкость в пределах 0...30 пФ). Допускается работа ИМС на нагрузку сопротивлением

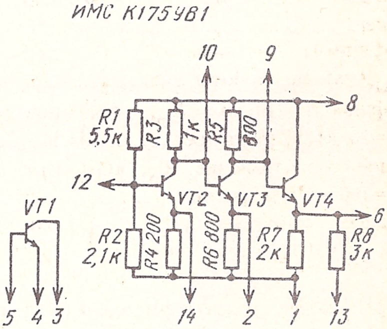


Рис. 4.39 а. Принципиальная схема ИМС К175УВ1

Таблица 4.4

Микросхема	Номинальное напряжение питания, В	Рабочий диапазон температур, °С	Гарантированная наработка микросхемы на отказ, ч	Гарантированный срок хранения, лет	Число элементов	Номер чертежа корпуса
К175УВ1А,Б	+6,3±0,63	−45...+85	10 000	6	12	16
К175УВ2А,Б	+6,0±0,6	−45...+85	10 000	6	14	16
К175УВ3А,Б	+6,0±0,6	−45...+85	10 000	6	10	16
К175УВ4	+6,0±0,63	−45...+85	10 000	6	14	16
К175ДА1	+6,0±0,6	−45...+85	10 000	6	21	16
К175ПК1	+6,0±0,6	−45...+85	10 000	6	42	16

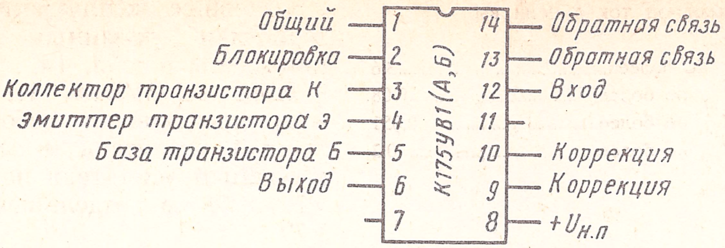


Рис. 4.39 б. Назначение выводов ИМС К175УВ1А,Б

не менее 200 Ом и емкостью не более 10 пФ, а также на последовательный резонансный контур.

Электрические параметры ИМС К175УВ1А,Б при 25±10°С и $U_{и.п.ном}=+6{,}3$ В

Ток потребления $I_{пот}$, мА, при $U_{вх}=0$, не более ... 15
Выходное напряжение $U_{0\ вых}$, В, при $U_{вх}=0$... 3...4,5
Коэффициент усиления по напряжению K_{yU} при $U_{вх}=10$ мВ, $f_{вх}=1$ МГц, не менее ... 10
Коэффициент гармоник $K_г$, %, при $U_{вых}=0{,}5$ В, не более ... 10
Коэффициент шума $K_ш$, дБ, при $f_{вх}=20$ МГц, не более ... 12
Входное сопротивление $R_{вх}$, кОм, при $f_{вх}=100$ кГц, не менее ... 1
Выходное сопротивление $R_{вых}$, Ом, при $f_{вх}=100$ кГц, не более ... 75

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К175УВ1А,Б

Напряжение питания $U_{и.п}$, В, не более ... 7
Максимальная амплитуда входного напряжения $U_{вх\ max}$, В ... 1,5
Нестабильность коэффициента усиления ΔK_{yU}, % при $t_{окр.ср}=-45...+85$°С ... 25

ИМС К175УВ2А, К175УВ2Б (рис. 4.40) представляет собой универсальный усилитель, предназначенный для усиления преимущественно переменного тока.

ИМС содержит дифференциальный усилитель на транзисторах *VT1*,

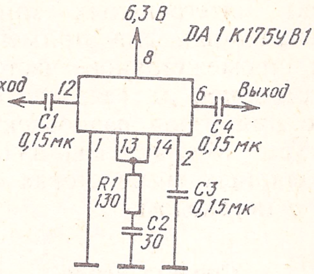


Рис. 4.39 в. Типовая схема включения ИМС К175УВ1

VT4...*VT6* и два транзистора *VT2*, *VT3*, на которых можно построить входные или выходные эмиттерные повторители. Отсутствие внутренних коллекторных нагрузок позволяет подключать к ИМС различные избирательные цепи. Режим работы усилителя по постоянному току задают с помощью цепи смещения на транзи-

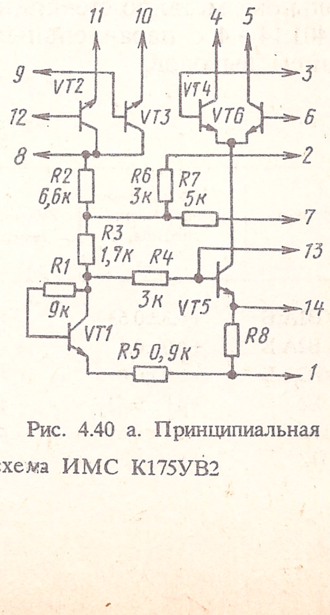


Рис. 4.40 а. Принципиальная схема ИМС К175УВ2

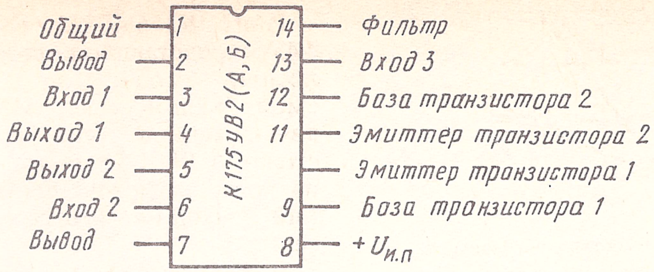


Рис. 4.40 б. Назначение выводов ИМС К175УВ2А,Б

сторе *VT1* и резисторах *R2*, *R3*. Резисторы *R6*, *R7* служат для подачи напряжения смещения в цепи баз дифференциальной пары транзисторов *VT4*, *VT6*.

В зависимости от полосы пропускания ИМС К175УВ2 подразделяются на группы А и Б. Микросхемы К175УВ2А имеют верхнюю граничную частоту около 40 МГц, К175УВ2Б – около 55 МГц. В связи с тем, что ДУ предназначен для работы на переменном токе, параметры по постоянному току ($U_{см}$, $I_{вх}$, $\Delta f_{вх}$ и др.) не контролируются.

На рис. 4.41 изображена схема одного из возможных УВЧ с регулируемым коэффициентом усиления, реализованный на ИМС К175УВ2. На рис. 4.42 *а* показана зависимость коэффициента усиления этого усилителя от управляющего напряжения.

Зависимость крутизны вольт-амперной характеристики ИМС К175УВ2 от температуры окружающей среды приведена на рис. 4.42 *б*.

Электрические параметры ИМС К175УВ2 при 25±10°С и $U_{и.п.ном}$=+6 В

Ток потребления $I_{пот}$, мА, при $U_{вх}$=0, не более 3,5
Крутизна вольт-амперной характеристики *S*, мА/В, при $U_{вх}$=0, не менее 10
Коэффициент шума $K_ш$, дБ, при $f_{вх}$=20 МГц, не более 10
Коэффициент передачи по цепи АРУ $K_{АРУ}$, дБ:
при $U_{вх}$=10 мВ, $f_{вх}$=1 МГц 60
при $U_{вх}$=10 мВ, $f_{вх}$=10 МГц 40

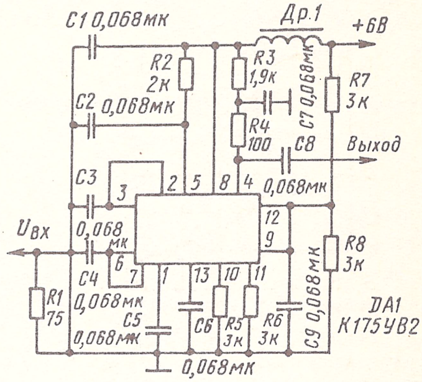


Рис. 4.40 в. Типовая схема включения ИМС К175УВ2

Входное сопротивление $R_{вх}$, кОм, при $f_{вх}$=100 кГц, не менее 1
Коэффициент ослабления синфазного напряжения $K_{ос. сф}$, дБ 60
Напряжение на выводах *4*, *5* U_4, U_5, В, при $U_{вх}$=0 3,5...5,2
Напряжение на выводах *10*, *11*, U_{10}, U_{11}, В, при $U_{вх}$=0 1,9...2,5

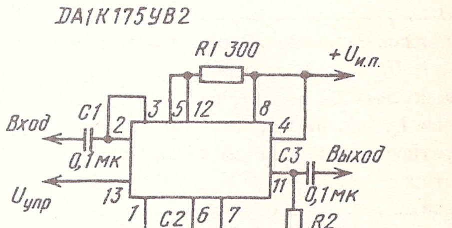


Рис. 4.41 Схема усилителя высокой частоты с регулируемым коэффициентом усиления на ИМС К175УВ2А,Б

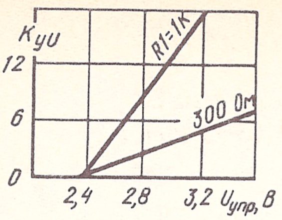


Рис. 4.42 а. Зависимость коэффициента усиления от управляющего напряжения при различной коллекторной нагрузке *VT6* для ИМС К175УВ2

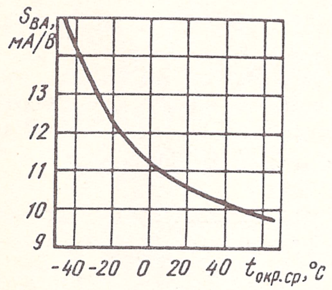


Рис. 4.42 б. Зависимость крутизны вольт-амперной характеристики ИМС К175УВ2 от температуры окружающей среды

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К175УВ2

Ток потребления $I_{пот}$, мА, при $U_{вх}=0$, $U_{и.п}=6{,}6$ В, $t_{окр.ср}=-45$°С не более 4

Напряжение источника питания на выводе *8* $U_{и.п}$, В, не более 6,6

Входное напряжение $U_{вх}$, В −2...+2

Синфазное входное напряжение $U_{сф.\ вх}$, В −3...+3

Напряжение между выводами *5* и *1*, *4* и *1*, U_5, U_4, В, не более 9

Ток коллектора эмиттерных повторителей $I_к$, мА, не более 2

Обратное напряжение на базах транзисторов *VT2*, *VT3* $U_{э.б\ max}$, В, не более 3

Рассеиваемая мощность $P_{расс}$, мВт, на одном транзисторе (*VT2*, *VT3*) при $t_{окр.ср} \leq +85$°С, не более 10

Коэффициент нестабильности, %, крутизны вольт-амперной характеристики $\Delta S_{ВА}$ при −45...+85°С −50...+30

ИМС К175УВ3А, К175УВ3Б (рис. 4.43) представляют собой широкополосный усилитель с малой потребляемой мощностью. ИМС содержит двухкаскадный усилитель на транзисторах *VT1...VT3* и транзистор *VT4*, на котором можно построить входной или выходной эмиттерный повторитель.

В зависимости от крутизны вольт-амперной характристики ИМС подразделяются на группы А и Б. К175УВ3А имеют крутизну 250 мА/В, К175УВ3Б – 400 мА/В.

Между выводами *6* и *8* микросхемы допускается включать внешний резистор $R_н$ сопротивлением 0,1...10 кОм. Разрешена работа ИМС на нагрузку сопротивлением не менее 200 кОм и емкостью не более 10 пФ, а также на последовательный резонансный контур.

Электрические параметры ИМС К175УВ3 при 25±10°С и $U_{и.п.ном}=6$ В

Ток потребления $I_{пот}$, мА, при $U_{вх}=1$ мВ, не более 2

Верхняя граничная частота $f_{в.гр}$, МГц, при $U_{вх}=1$ мВ, не менее 3

Коэффициент шума $K_ш$, дБ, при $f_{вх}=1{,}6$ МГц, не более 10

Входная емкость $C_{вх}$, пФ, при $f_{вх}=1$ МГц, не более 50

Входное сопротивление $R_{вх}$, Ом, при $f_{вх}=100$ кГц, не менее 750

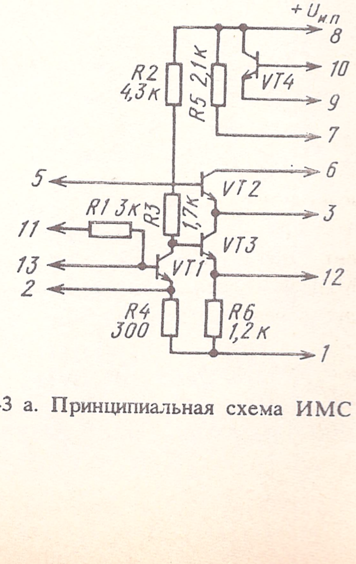


Рис. 4.43 а. Принципиальная схема ИМС К175УВ3

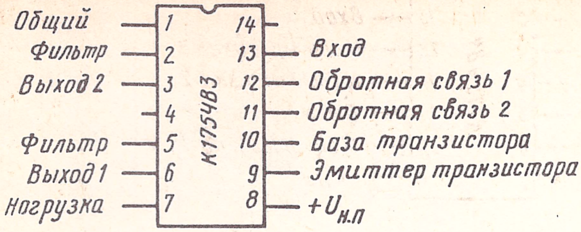


Рис. 4.43 б. Назначение выводов ИМС К175УВ3А,Б

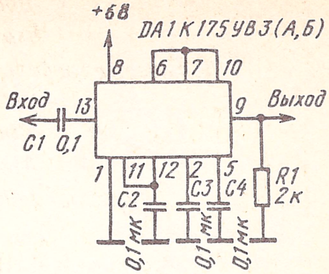


Рис. 4.43 в. Типовая схема включения ИМС К175УВ3

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К175УВ3

Ток потребления $I_{пот}$, мА, при $U_{вх}$=1 мВ и $t_{окр.ср}$=−45°С, не более ... 2,5

Коэффициент нестабильности вольт-амперной характеристики $\Delta S_{ВА}$, %, при $t_{окр.ср}$:
- +85°С ... −50
- −45°С (для К175УВ3А) ... −30
- −45°С (для К175УВ3Б) ... +35

Напряжение источника питания $U_{и.п}$, В, не более ... 6,6

Амплитуда импульсов входного напряжения $U_{вх}$, В, не более ... 2

Ток коллектора эмиттерного повторителя $I_к$, мА, не более ... 2

Обратное напряжение $U_{э.б}$, В, на базе транзистора эмиттерного повторителя, не более ... 3

Рассеиваемая мощность $P_{расс}$, мВт, на транзисторе эмиттерного повторителя, при $t_{окр.ср} \leq$ +85°С, не более ... 10

ИМС К175УВ4 (рис. 4.44) представляет собой однокаскадный дифференциальный усилитель, предназначенный для усиления сигналов высокой частоты. Микросхема состоит из дифференциальной пары транзисторов *VT2*, *VT4*, генератора стабильного тока (ГСТ) на транзисторе *VT3* и цепи смещения, состоящей из резисторов *R1...R6* и транзистора *VT1* в диодном включении. Цепь смещения служит для задания режима работы ГСТ и температурной стабилизации этого режима. Резисторы *R8*, *R10* могут быть использованы, например, для образования цепей смещения для транзисторов *VT2*, *VT4*.

Для увеличения крутизны преобразования вольт-амперной характеристики допускается подача напряжения питания 6 В на вывод *11* ИМС.

Электрические параметры ИМС К175УВ4 при 25±10°С и $U_{и.п.ном}$=6,3 В

Ток потребления $I_{пот}$, мА, при $U_{вх}$=0, не более ... 1,8...3

Напряжение на выводе *9* U_9, В ... 3,5...4,5

Напряжение на выводе *11* U_{11}, В ... 2...2,9

Напряжение на выводе *12* U_{12}, В ... 1,3...1,9

Напряжение на выводе *13* U_{13}, В ... 0,9...1,5

Напряжение между выводами *10* и *2* U_{10-2}, В ... −0,2...+0,2

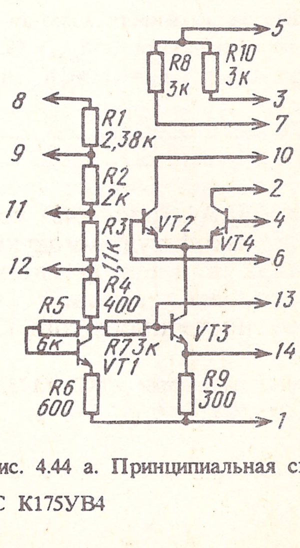


Рис. 4.44 а. Принципиальная схема ИМС К175УВ4

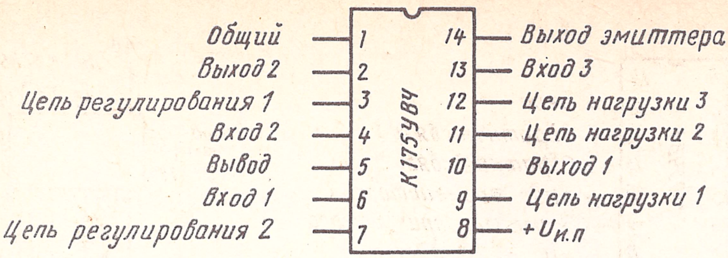


Рис. 4.44 б. Назначение выводов ИМС К175УВ4

Крутизна вольт-амперной характеристики $S_{ВА}$, мА/В, при $U_{вх}$=10 мВ и $f_{вх}$=1 МГц, не менее 10
Коэффициент шума $K_{ш}$, дБ, при $f_{вх}$=20 МГц, не более 10
Коэффициент АРУ $K_{АРУ}$, дБ, при U_{13}=10 мВ, $f_{вх}$=1 МГц, не менее 60
Верхняя граничная частота $f_{в.гр}$, МГц, при $U_{вх}$=10 мВ, не менее 150

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К175УВ4

Напряжение питания на выводе *8* $U_{и.п}$, В:
минимальное 3
максимальное 9,5
Напряжение между выводами *10* и *1*, *2* и *1*, U_{10-1}, U_{2-1}, В, не более 12,5
Входное дифференциальное напряжение $U_{вх. диф}$, В −2...+2
Входное синфазное напряжение $U_{сф. вх}$, В 2...4,4
Входное напряжение по выводу *13* $U_{вх\ 13}$, В, не более 1,2
Коэффициент нестабильности вольт-амперной характеристики $\Delta S_{ВА}$, %, при $U_{вх}$=10 мВ, $f_{вх}$=0,1 МГц и $t_{окр.ср}$
+85°С −40...+10
−45°С −10...+40

ИМС К175ДА1 (рис. 4.45) содержит детектор амплитудно-модулированного сигнала и детектор автоматической регулировки усиления (АРУ) с усилителем постоянного тока (УПТ).

Электрические параметры ИМС К175ДА1 при 25±10°С и $U_{и.п.ном}$=6 В

Ток потребления $I_{пот}$, мА, не более 3,5

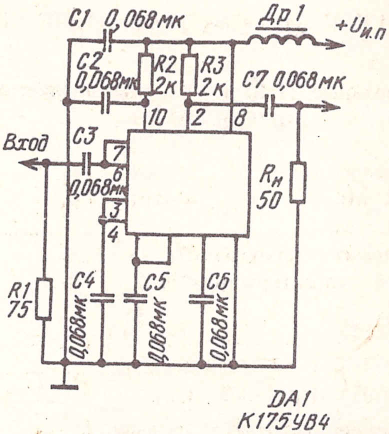


Рис. 4.44 в. Типовая схема включения ИМС К175УВ4

Напряжение на выводе *9* U_9, В 1,0...2,45
Напряжение на выводе *12* U_{12}, В 0,12...0,45
Коэффициент передачи детектора $K_{пер.\ д}$ при $U_{вх}$=100 мВ, $f_{вх}$=65 МГц, не менее 0,4
Коэффициент передачи по цепи АРУ $K_{пер\ АРУ}$ при $U_{вх}$=50 мВ, $f_{вх}$=65 МГц, не менее 16

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К175ДА1

Напряжение питания $U_{и.п}$, В;
минимальное 5,4
максимальное 6,6

ИМС К175КП1 (рис. 4.46) представляет собой регенеративный аналоговый делитель частоты для связной аппаратуры.

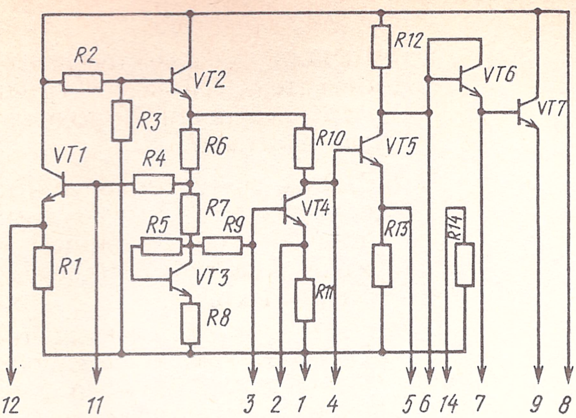


Рис. 4.45 а. Принципиальная схема ИМС К175ДА1

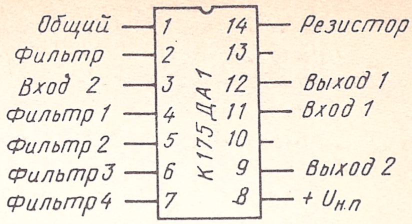


Рис. 4.45 б. Назначение выводов микросхемы К175ДА1

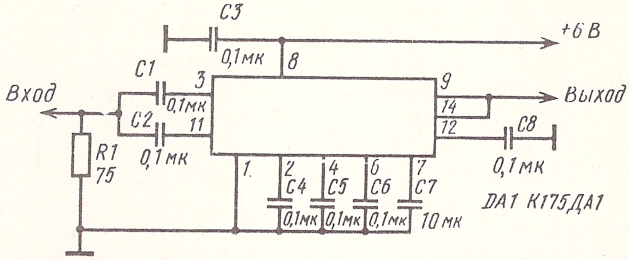


Рис. 4.45 в. Типовая схема включения ИМС К175ДА1

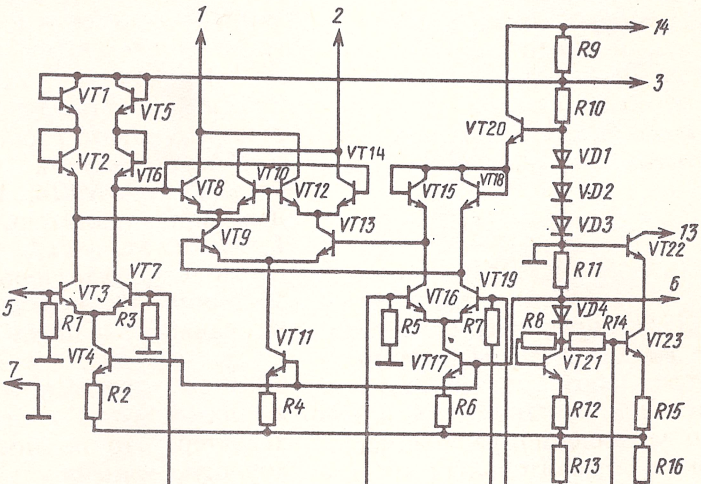


Рис. 4.46 а. Принципиальная схема ИМС К175ПК1

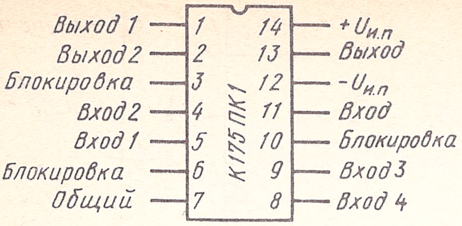


Рис. 4.46 б. Назначение выводов микросхемы К175ПК1

Основным узлом ИМС является счетверенный дифференциальный усилитель с перекрестными связями на транзисторах *VT8*, *VT10* и *VT12*, *VT14*. Два других дифференциальных усилителя на транзисторах *VT3*, *VT7* и *VT16*, *VT19*, *VT9*, *VT13* управляют работой основного узла. Внутренний стабилизатор (резисторы *R8...R15*, диоды *VD1...VD4*, транзисторы *VT20...VT23*) обеспечивает стабильную работу ИМС по постоянному току и задает смещение на транзисторы *VT4*, *VT1*, *VT17*, поддерживая эмиттерный ток дифференциальных усилителей постоянным.

Электрические параметры ИМС К175ПК1 при 25±10°С и $U_{и.п.ном}$=6 В

Ток потребления $I_{пот}$, мА, не более........................1

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К175ПК1

Напряжение питания $U_{и.п}$, В:
минимальное..5,4
максимальное..6,6

4.5. СЕРИЯ К525

Серия К525 представляет собой комплект ИМС, предназначенных для аналоговой обработки и преобразования сигналов в устройствах автоматического управления радиоаппаратуры, а также измерительных и вычислительных устройствах аппаратуры связи. Микросхемы выполнены на биполярных транзисторах с изоляцией *p-n* переходом.

Состав серии

К525ПС1А,Б – аналоговый перемножитель сигналов среднего класса точности (преобразователь спектров)

К525ПС2А,Б – четырехкратный аналоговый перемножитель сигналов с операционным усилителем на выходе (преобразователь спектров).

Конструкция микросхемы выпускаются в прямоугольных металлокерамических корпусах 201.14 – 10 с перпендикулярным расположением выводов.

Основные эксплуатационные характеристики приведенных типов микросхем помещены в табл. 4.5.

ИМС К525ПС1А, К525ПС1Б (рис. 4.47) представляют собой аналоговый перемножитель сигналов на основе дифференциальных усилителей, могут использоваться в умножителях частоты, фазовых детекторов, балансных модуляторов, а также применяться в системах автоматического регулирования в качестве перемножителей и узлов возведения в степень. Совместно с операционными усилителями аналоговые перемножители могут выполнять деление, извлечение корней и выделение тригонометрических функций.

ИМС (рис. 4.47 *а*) состоит из двух дифференциальных усилителей, которые управляют работой основного узла перемножения на транзисторах *VT12*, *VT13*, *VT16*, *VT19*. Дифференциальный усилитель на транзисторах *VT10*, *VT14*, *VT17*, *VT20* задает разность токов эмиттеров двух пар транзисторов узла перемножения пропорционально входному дифференциальному сигналу. Зависимость токов эмиттеров перемножителя от напряжения на входе *Y* имеет нелинейный характер, что не позволяет получить хорошую линейность на выходе. Чтобы получить линейную зависимость выходного напряжения при большом уровне напряжения по входу *Y*, приходится предварительно прологариф-

Таблица 4.5

Микросхема	Номинальное напряжение питания, В	Рабочий диапазон температур, °С	Гарантированная наработка микросхемы на отказ, ч	Гарантированный срок хранения, лет	Количество элементов	Номер чертежа корпуса
К525ПС1А,Б	±15±0,75	−10...+70	10 000	6	30	5
К525ПС2А,Б	±15±1,5	−10...+70	10 000	6	62	5

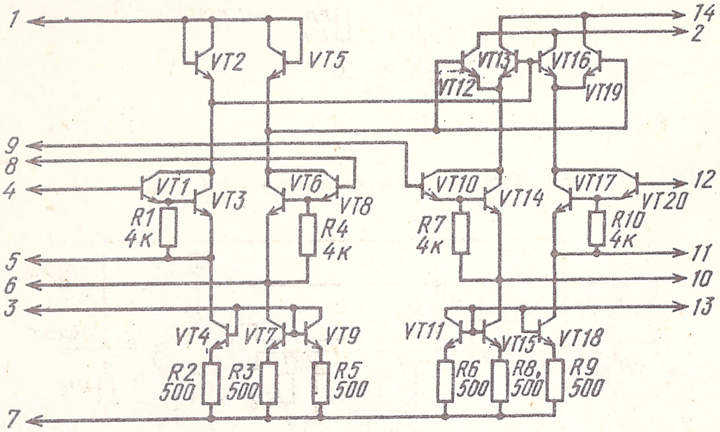


Рис. 4.47 а. Принципиальная схема ИМС К525ПС1А,Б

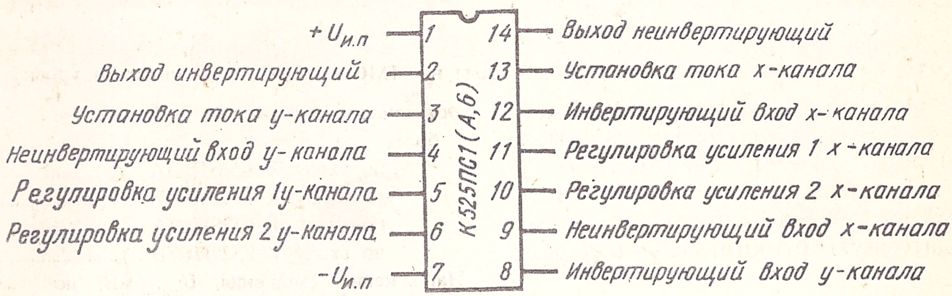


Рис. 4.47 б. Назначение выводов ИМС К525ПС1А,Б

мировать сигнал по этому входу. Для этого в перемножитель введен дифференциальный каскад логарифмирования на транзисторах *VT1*, *VT3*, *VT6*, *VT8* с нагрузкой на транзисторах *VT2* и *VT5*, который преобразует входное напряжение в токи с помощью резистора R_Y, включенного между выводами *5* и *6*. Начальный ток дифференциальных усилителей определяется генераторами токов на транзисторах *VT4*, *VT7*, *VT9* и *VT11*, *VT15*, *VT18* и нормируется с помощью резисторов, включаемых между выводами *3*, *13* и общим проводом.

Типовое включение ИМС в качестве аналогового перемножителя показано на рис. 4.47 в и позволяет осуществить четырехквадрантное перемножение входных аналоговых сигналов с уровнем до ±10 В при ампли-

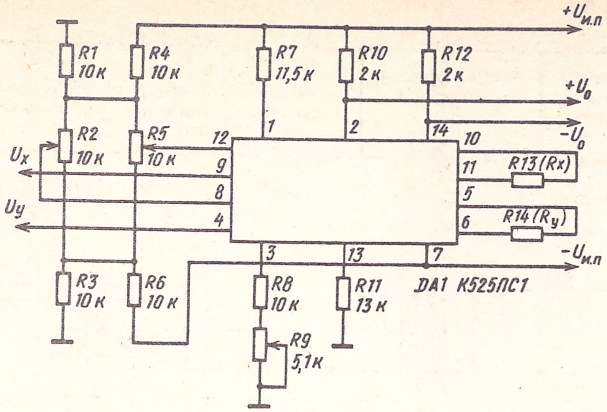


Рис. 4.47 в. Типовая схема включения ИМС К525ПС1

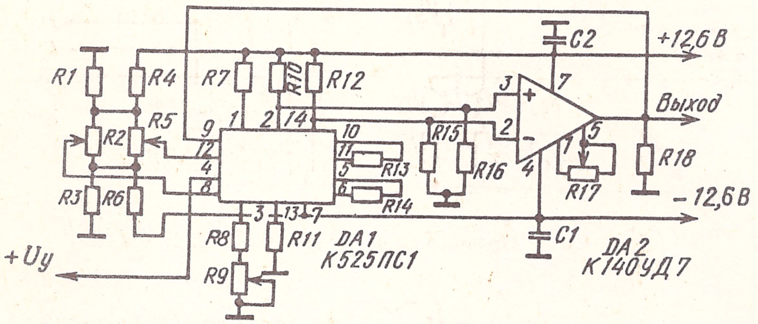


Рис. 4.47 г. Схема аналогового перемножителя на ИМС К525ПС1 со смещением уровня

туде выходного сигнала ±10 В. На рис. 4.47 *г* показана схема аналогового перемножителя, снабженного узлом смещения уровня, выполненного на ОУ К140УД7, который реализует передаточную функцию $U_Z=U_X U_Y/10$.

Электрические параметры ИМС К525ПС1 при 25±10°С и $U_{и.п.ном}=\pm 15$ В

Ток потребления от источника $+U_{и.п}$ $I^{+}_{пот}$, мА, не более:
- К525ПС1А ... 4,6
- К525ПС1Б ... 5

Ток потребления от источника $-U_{и.п}$ $I^{-}_{пот}$, мА, не более ... 7

Погрешность перемножения ε, %, не более:
- К525ПС1А ... 2
- К525ПС1Б ... 4

Остаточное напряжение $U_{ост}$, мВ, не более:
- по входу *X* К525ПС1А ... 50
- по входу *X* К525ПС1Б ... 80
- по входу *Y* К525ПС1А ... 100
- по входу *Y* К525ПС1Б ... 140

Напряжение смещения $U_{см}$, мВ, по выходам *X*, *Y*, не более ... 500

Синфазное напряжение по входам *X*, *Y* $U_{сф}$, В, не менее:
- К525ПС1А ... ±11,5
- К525ПС1Б ... ±10,5

Входной ток $I_{вх}$, мА, по входам *X*, *Y*, не более ... 8

Разность входных токов $\Delta I_{вх}$, мкА, по входам *X*, *Y*, не более ... 1

Разность выходных токов $\Delta I_{вых}$, мкА, не более ... 50

Полоса преобразования Δf, МГц, по входам *X*, *Y*, не менее:
- К525ПС1А ... 1,5
- К525ПС1Б ... 1

Коэффициент влияния источников питания на погрешность перемножения $K_{вл}$, %, не более:
- К525ПС1А....0,1
- К525ПС1Б....0,2

Коэффициент ослабления синфазных напряжений $K_{осл.сф}$, дБ, по входам X, Y, не менее:
- К525ПС1А....50
- К525ПС1Б....40

Выходное напряжение $U_{вых\,max}$, В, не менее:
- К525ПС1А....±12,5
- К525ПС1Б....±10,5

Входное сопротивление $R_{вх}$, МОм, по входам X, Y, не менее....35

Выходное сопротивление $R_{вых}$, кОм, не менее....50

Нелинейность перемножения $N_{пер}$, %, не более:
- К525ПС1А....2
- К525ПС1Б....4

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К525ПС1

Напряжение питания, В:
- $U^{+}_{и.п}$....+6...48
- $U^{-}_{и.п}$....−6...−15

ИМС К525ПС2А, К525ПС2Б (рис. 4.48) представляют собой четырехквадрантный аналоговый перемножитель (АП) сигналов с операционным усилителем на выходе. Умножение осуществляет счетверенный дифференциальный каскад на транзисторах *VT9*, *VT12*, *VT13*, *VT16*. Перекрестные связи коллекторов этих транзисторов обеспечивают инверсию сигналов, необходимую для четырехквадрантного умножения. Входные каскады на транзисторах *VT2*, *VT5* и *VT10*, *VT14* преобразуют напряжения U_X и U_Y в токи. Узел смещения уровня выполнен на операционном усилителе на транзисторах *VT17...VT27*.

Примеры построения узлов на базе ИМС К525ПС2 приведены на рис. 4.49.

Электрические параметры ИМС К525ПС2 при 25±10°С и $U_{и.п.ном}$=±15 В

Ток потребления от источника питания $I_{пот}$, мА, не более:
- К525ПС2А....6
- К525ПС2Б....7

Погрешность перемножения $\Delta K_{пер}$, %, не более:
- К525ПС2А....±1
- К525ПС2Б....±2

Нелинейность перемножения $N_{пер}$, %, не более:
- по входу X К525ПС2А....±0,8
- по входу X К525ПС2Б....±1
- по входу Y К525ПС2А....±0,5
- по входу Y К525ПС2Б....±0,7

Остаточное напряжение $U_{ост}$, мВ, не более:
- по входу X К525ПС2А....80
- по входу X К525ПС2Б....150
- по входу Y К525ПС2А....60
- по входу Y К525ПС2Б....100

Входной ток $I_{вх}$, мкА, не более:
- по входу X....4
- по входу Y....6

Полоса преобразования Δf, МГц, по входам, X, Y, не менее....0,7

Коэффициент влияния источников питания на погрешность перемножения $K_{вл}$, %, не более:
- К525ПС2А....0,5
- К525ПС2Б....0,7

Выходное напряжение $U_{вых\,max}$, В, не менее....±10,5

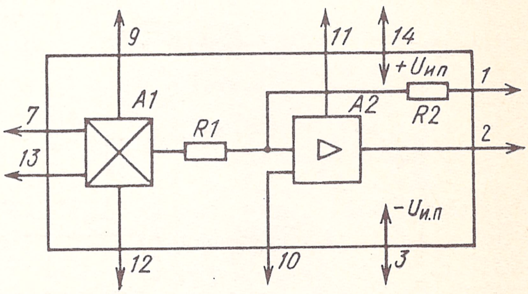


Рис. 4.48 а. Функциональная схема ИМС К525ПС2А,Б

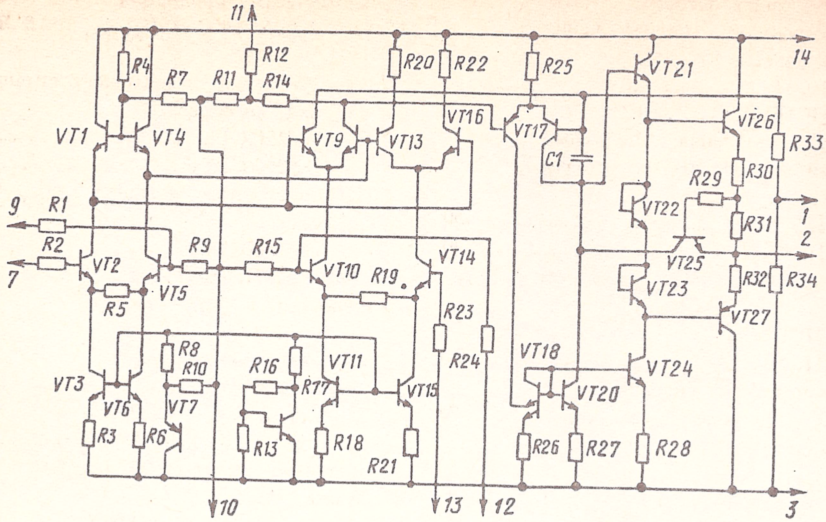


Рис. 4.48 б. Принципиальная схема ИМС К525ПС2А,Б

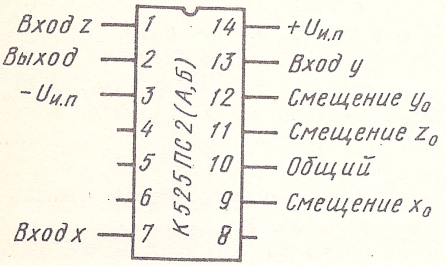


Рис. 4.48 в. Назначение выводов ИМС К525ПС2А,Б

Предельные эксплуатационные параметры ИМС К525ПС2

Напряжение питания, В:

$+U_{и.п}$.. +13,5...+16,5

$-U_{и.п}$.. −15,5...−13,5

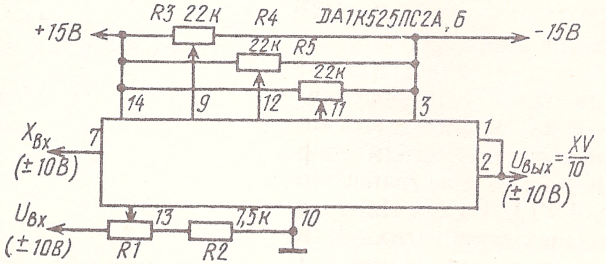


Рис. 4.49 а. Схема умножения на ИМС К525ПС2

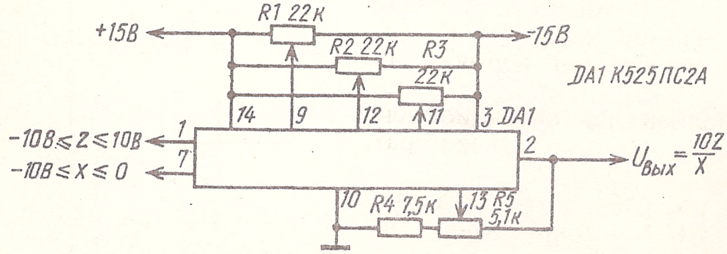


Рис. 4.49 б. Схема деления на ИМС К525ПС2

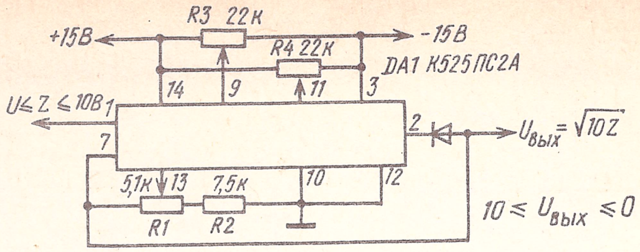


Рис. 4.49 в. Схема извлечения квадратного корня на ИМС К525ПС2

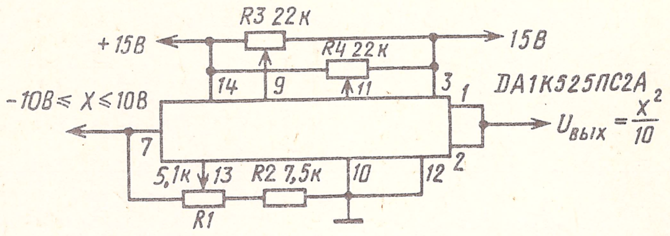


Рис. 4.49 г. Схема возведения в квадрат на ИМС К525ПС2

4.6. СЕРИЯ КР1005

ИМС серии КР1005 представляет собой комплект усилителей, предназначенных для бытовой радиоаппаратуры. Микросхемы выполнены на биполярных транзисторах с изоляцией *p-n* переходом.

Состав серии

КР1005ХА8А,Б – многофункциональный универсальный узел системы фазовой автоподстройки частоты с разомкнутой цепью управления генератора управляемого напряжением.

Микросхемы выпускаются в прямоугольном полимерном корпусе 2120.24 – 6 с перпендикулярным расположением выводов. Основные эксплуатационные характеристики микросхемы приведены в табл. 4.6.

ИМС КР1005ХА8А, КР1005ХА8Б (рис. 4.50) представляют собой узел фазовой автоподстройки частоты и могут найти применение в различных устройствах, где требуется управление частотой. ИМС содержит перемножитель *U1*, операционный усилитель *A1* и генератор управляемый напряжением *G1*.

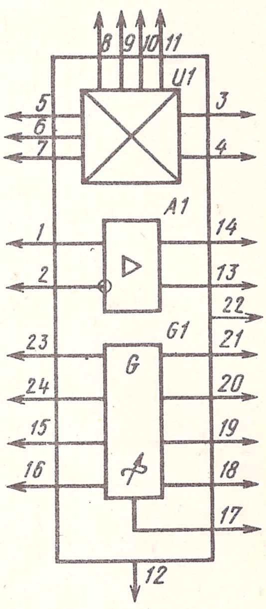


Рис. 4.50 а. Структурная схема ИМС КР1005ХА8А,Б

Таблица 4.6

Микросхема	Номинальное напряжение питания, В	Рабочий диапазон температур, °С	Гарантированная наработка микросхемы на отказ, ч	Гарантированный срок хранения, лет	Номер чертежа корпуса
КР1005ХА8А,Б	20±2	−25...+70	15 000	10	30

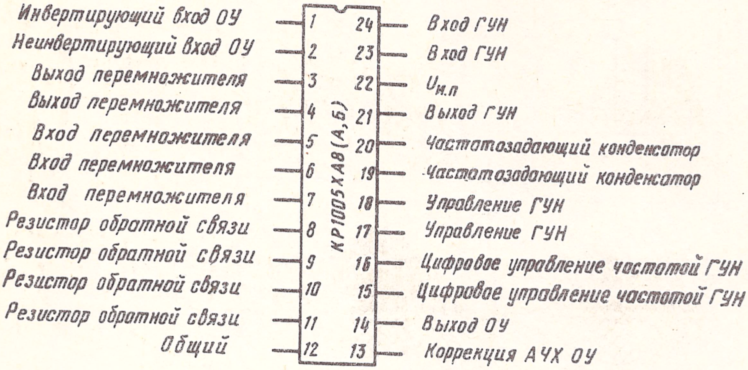


Рис. 4.50 б. Назначение выводов ИМС КР1005ХА8А,Б

множитель *U1*, операционный усилитель *A1* и генератор управляемый напряжением *G1*.

Примеры использования ИМС в различных режимах приведены на рис. 4.51.

Зависимости основных параметров ИМС от режимов эксплуатации приведены на рис. 4.52.

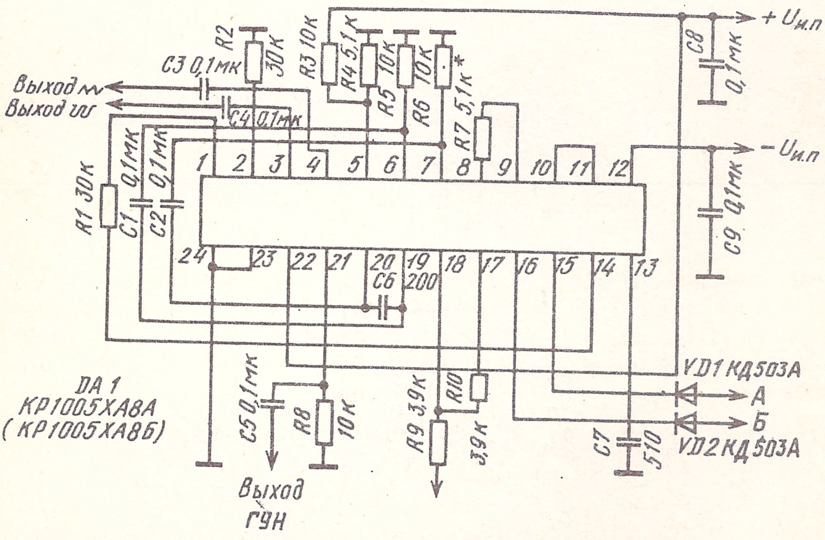


Рис. 4.51 а. Применение ИМС КР1005ХА8А,Б в режиме генератора функций

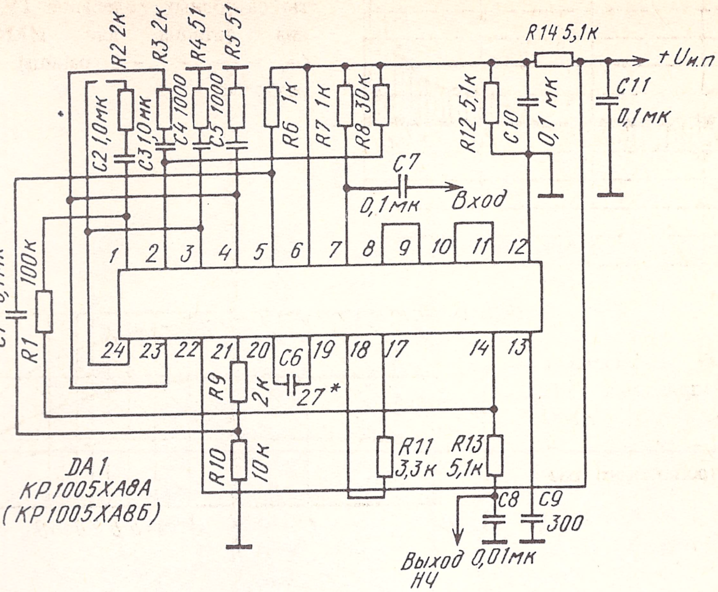


Рис. 4.51 б. Применение ИМС КР1005ХА8 в режиме ЧМ детектора

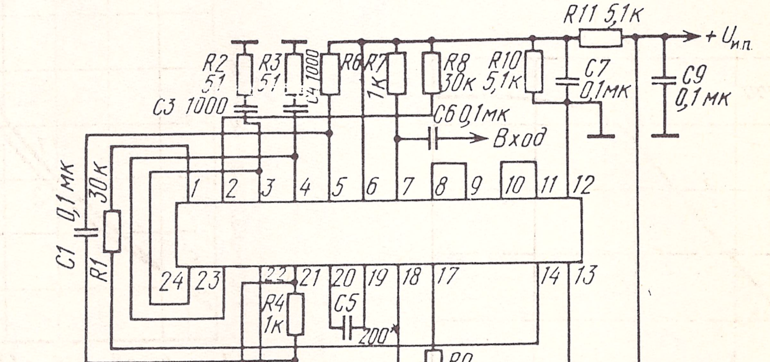


Рис. 4.51 в. Применение ИМС КР1005ХА8 в режиме следящего фильтра

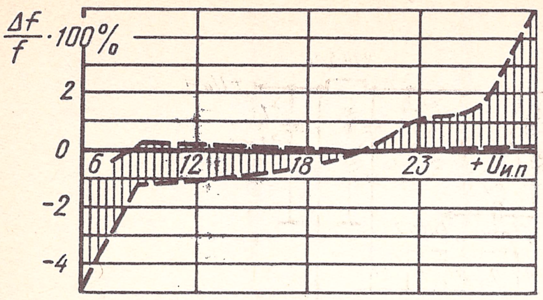


Рис. 4.52 а. Зависимость изменения частоты свободных колебаний ГУН от напряжения питания для ИМС КР1005ХА8 (– – – – – границы 95-процентного разброса)

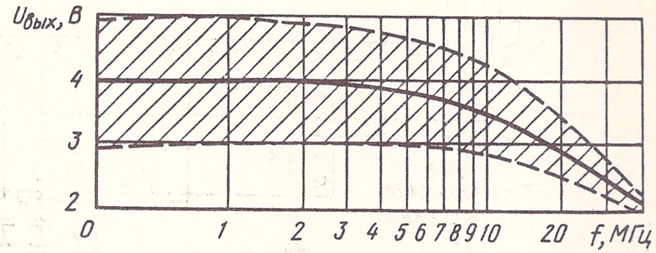


Рис. 4.52 б. Зависимость выходного напряжения ГУН от частоты для ИМС КР1005ХА8 (– – – – – границы 95-процентного разброса)

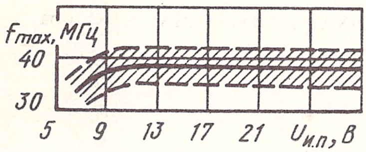


Рис. 4.52 в. Зависимость верхней граничной частоты от напряжения питания (однополярного) для ИМС КР1005ХА8 (– – – – – границы 95-процентного разброса)

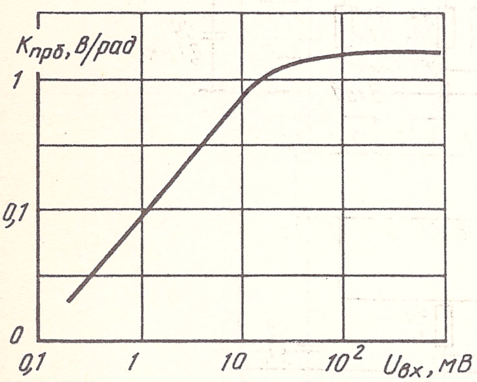


Рис. 4.52 г. Зависимость коэффициента преобразования фазового детектора от уровня входного сигнала для ИМС КР1005ХА8

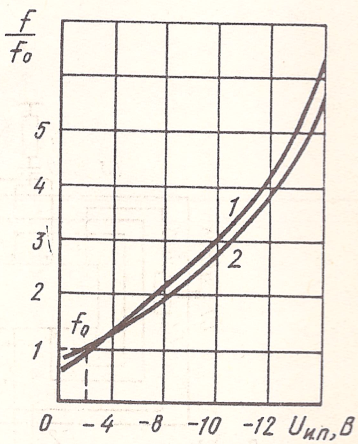


Рис. 4.52 д. Диапазон перестройки частоты ГУН в зависимости от напряжения питания (двухполярного) для ИМС КР1005ХА8:

1 – выводы *15, 16* через сопротивление 1 кОм заземлены;
2 – выводы *15, 16* не подключены

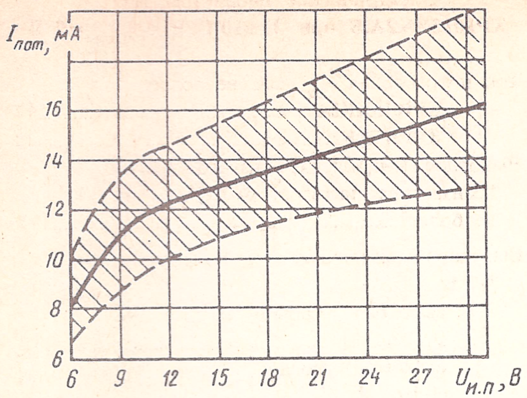


Рис. 4.52 е. Зависимость тока потребления от напряжения питания (однополярного) для ИМС КР1005ХА8 (– – – – – – границы 95-процентного разброса)

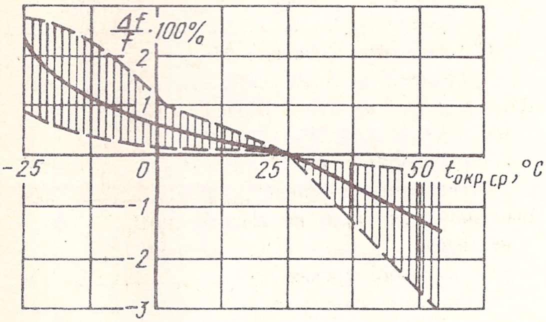


Рис. 4.52 ж. Зависимость частоты ГУН от температуры окружающей среды для ИМС КР1005ХА8 (– – – – – – границы 95-процентного разброса)

Электрические параметры ИМС КР1005ХА8А,Б при 25±10°С и $U_{и.п.ном}$=20 В

Ток потребления $I_{пот}$, мА, не более 20

Амплитуда выходного напряжения ГУН $U_{вых\ ГУН}$, В, не менее:

- КР1005ХА8А 1,9
- КР1005ХА8Б 0,9

Выходное сопротивление фазового детектора (парафазный выход) $R_{вых}$, кОм 8...16

Верхняя граничная частота $f_{гр}$, МГц, не менее 15

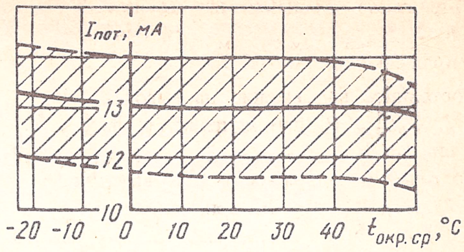


Рис. 4.52 з. Зависимость тока потребления от температуры окружающей среды для ИМС КР1005ХА8 (– – – – – – границы 95-процентного разброса)

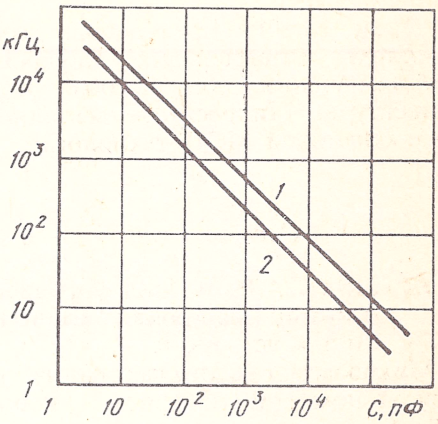


Рис. 4.52 и. Зависимость частоты свободных колебаний ГУН от значения частотозадающей емкости для ИМС КР1005ХА8: *1* – цифровое управление в положении "выключено"; *2* – "включено"

Предельные эксплуатационные параметры ИМС КР1005ХА8А,Б

Однополярное напряжение питания $U_{и.п}$, В:

- минимальное 18
- максимальное 22

Двухполярное напряжение питания $\pm U_{и.п}$, В:

- минимальное ±9
- максимальное ±11

Переменное напряжение входного сигнала на выводах *5*, *7*, $U_{вх\ 5}$, $U_{вх\ 7}$, В, не более 3

Напряжение смещения на выводах 5, 6, 7, $U_{см\ 5}$, $U_{см\ 6}$, $U_{см\ 7}$, В, при напряжении питания 20 В 9...11

Постоянное напряжение на выводах 1, 2, U_1, U_2, В, при напряжении питания 20 В 9...17

Постоянное напряжение на выводах 23, 24, U_{23}, U_{24}, В, при напряжении питания 20 В 10...17

Сопротивление нагрузки на выходе операционного усилителя $R_н$, кОм, не менее 2

4.7. СЕРИЯ КР1015

Серия КР1015 представляет собой комплект интегральных микросхем, предназначенных для бытовой радиоаппаратуры. Микросхемы выполнены по *n*-канальной МОП технологии.

Состав серии

КР1015ХК2А,Б – узел управления частотой настройки радиоприемных устройств.

Микросхемы выпускаются в прямоугольном полимерном корпусе 2104.18 – 3 с перпендикулярным расположением выводов. Основные эксплуатационные характеристики микросхемы приведены в табл. 4.7.

ИМС КР1015ХК2А, КР1015ХК2Б (рис. 4.53) представляет собой узел для цифровой настройки радиоаппаратуры и находит применение в различных классах устройств, где требуется управление частотой.

В ИМС входят приемный регистр *A1*, буферный регистр (БР) *A2*, поглощающий счетчик (ПС) *A3*, делитель с переменным коэффициентом деления (ДПКД) *A7*, логический блок управления (ЛБУ) *A4*, образцовый генератор (ОГ) *G1*, делитель (ОД) *A5*, частотно-фазовый дискриминатор (ЧФД) *UI1*.

Зависимости параметров ИМС от режимов эксплуатации приведены на рис. 4.54.

Электрические параметры ИМС КР1015ХК2А,Б при 25±10°С и $U_{и.п.ном}$=5 В

Ток потребления $I_{пот}$, мА, не более:
- КР1015ХК2А 17
- КР1015ХК2Б 12

Выходное напряжение низкого уровня транзистора интегратора $U^0_{вых}$, В, не более 0,2

Выходное напряжение на выводах 1, 12, В:
- высокого уровня $U^1_{1,12}$, не менее 3,2
- низкого уровня $U^0_{1,12}$, не более 1,6

Ток выключенного состояния транзистора интегратора $I_{выкл}$, мкА, не более 0,7

Входной ток, мкА, на выводах 6...8, 13, 15:
- низкого уровня $I^0_{вх}$, не более −10
- высокого уровня $I^1_{вх}$, не более 60

Входной ток, мкА, на входе ДПКД, не более:
- низкого уровня $I^0_{ДПКД}$ −60
- высокого уровня $I^1_{ДПКД}$ 60

Выходной ток, мкА, на выходе ЧФД, не менее:
- высокого уровня $I^1_{вых}$ 2
- низкого уровня $I^0_{вых}$ 2

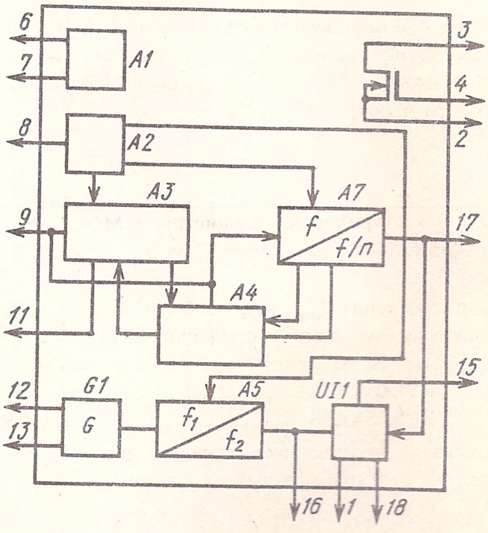


Рис. 4.53 а. Структурная схема ИМС КР1015ХК2А,Б

Таблица 4.7

Микросхема	Номинальное напряжение питания, В	Рабочий диапазон температур, °С	Гарантированная наработка микросхемы на отказ, ч	Гарантированный срок хранения, лет	Число элементов	Номер чертежа корпуса
КР1015ХК2А,Б	5±0,5	−25...+70	25 000 (высшая категория) 15 000 (первая категория)	12 (высшая категория) 10 (первая категория)	2472	25

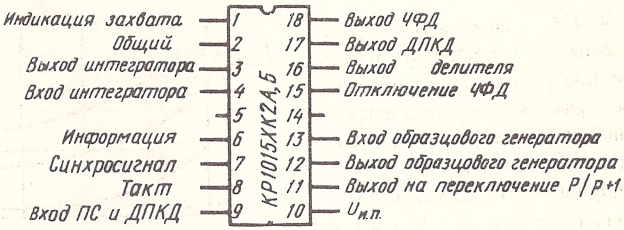


Рис. 4.53 б. Назначение выводов ИМС КР1015ХК2А,Б

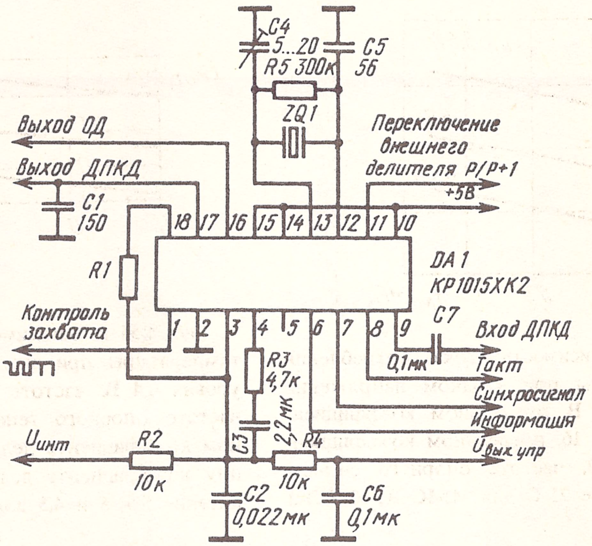


Рис. 4.53 в. Типовая схема включения ИМС КР1015ХК2

Выходной ток высокого уровня на выходе переключения внешнего делителя $I^1_{дел}$, мА, не менее ..5

Предельный коэффициент деления поглощающего счетчика с дискретностью 1 $K_{дел.п.с}$..1...127

Предельный коэффициент деления ДПКД с дискретностью 1 $K_{дел}$ ДПКД ..16...4095

Фиксированный коэффициент деления делителя $K_{дел}$

первый ..1024

второй ..2560

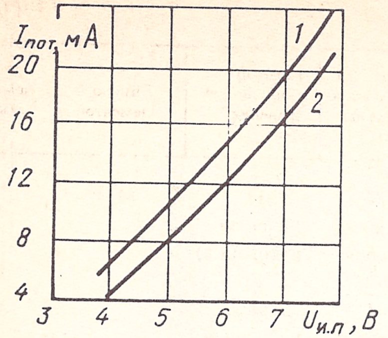
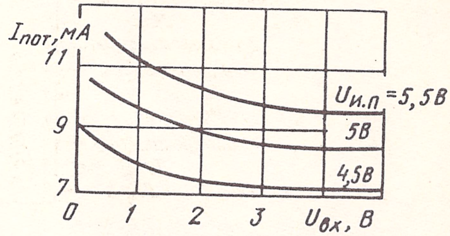


Рис. 4.54 а. Зависимость тока потребления от напряжения питания при частоте входного сигнала 6 МГц, входном напряжении низкого уровня 0,4 В, предельном коэффициенте деления ПС 127, частоте опорного генератора 6 МГц, предельных коэффициентах деления ДПКД 16 (*1*) и 4095 (*2*) для ИМС КР1015ХК2

Рис. 4.54 б. Зависимость тока потребления от входного напряжения при предельном коэффициенте деления, равном 16, предельном коэффициенте деления ПС 13, частоте входного сигнала 6 МГц, частоте опорного генератора 6 МГц, напряжения питания 5,5, 5 и 4,5 В для ИМС КР1015ХК2



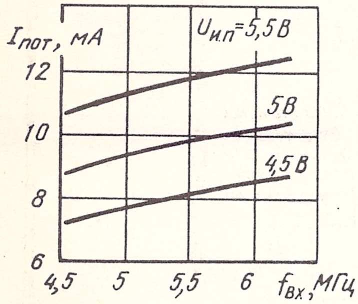


Рис. 4.54 в. Зависимость тока потребления от входной частоты при входном напряжении низкого уровня 0,4 В, предельном коэффициенте деления, равном 16, предельном коэффициенте деления ПС 13, частоте опорного сигнала 6 МГц, температуре 25°С для ИМС КР1015ХК2

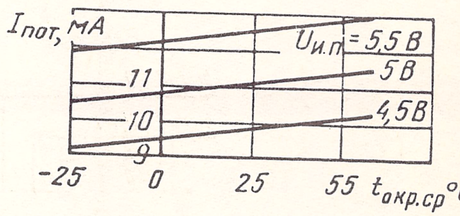


Рис. 4.54 г. Зависимость тока потребления от температуры при входном напряжении низкого уровня 0,4 В, частоте входного сигнала 6 МГц, частоте опорного генератора 6 МГц, предельном коэффициенте деления, равном 16, предельном коэффициенте деления ПС 14, напряжении питания 5,5, 5 и 4,5 для ИМС КР1015ХК2

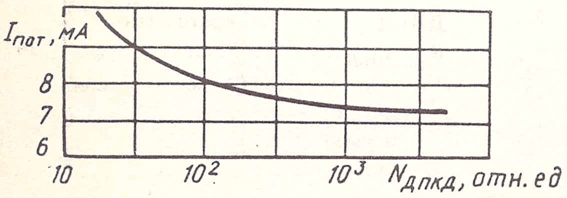


Рис. 4.54 д. Зависимость тока потребления от предельного коэффициента деления при напряжении питания 5 В, предельном коэффициенте деления ПС 127, частоте входного сигнала 6 МГц, входном напряжении низкого уровня 0,4 В, температуре ±25°С, частоте опорного генератора 6 МГц для ИМС КР1015ХК2

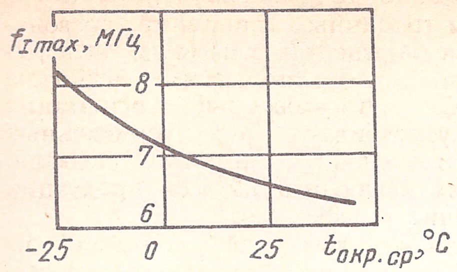


Рис. 4.54 е. Зависимость максимальной входной частоты от температуры окружающей среды при напряжении питания 5 В, входном напряжении низкого уровня 0,4 В для ИМС КР1015ХК2

Погрешность поддержания электрических режимов не должна превышать: ±2 % для установки напряжения питания, ±6 % для установки размаха синусоидального сигнала, ±10 % для установки напряжения и частоты входного сигнала.

Предельные эксплуатационные параметры ИМС КР1015ХК2А,Б

Напряжение питания $U_{и.п}$, В:
минимальное 4,5
максимальное 5,5
Размах сигнала на входе ДПКД (вывод *9*) U_9, В:
КР1015ХК2А 0,4...5,5
КР1015ХК2Б 0,8...5,5
Напряжение стока транзистора интегратора (вывод *3*) U_3, В 4,5...16,5
Входное напряжение, В, на выводах *6*, *7*, *8*:
низкого уровня, U^0_6, U^0_7, U^0_8 0...0,4
высокого уровня, U^1_6, U^1_7, U^1_8 2,4...5,5
Выходной ток, мА, в цепи выводов, не менее:
11 $I_{вых\ 11}$ 5
1, *12* $I_{вых\ 1}$, $I_{вых\ 12}$ 1
16, *17* $I_{вых\ 16}$, $I_{вых\ 17}$ 0,01
18 $I_{вых\ 18}$ 2
Частота синхроимпульсов (вывод *7*) $f_{с.и}$, кГц, не более 50
Частота входного сигнала (на выводе *9*) $f_{вх}$, МГц:
КР1015ХК2А 0,05...6
КР1015ХК2Б 0,05...4,5

Глава 5

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ АНАЛОГОВЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ ДЛЯ БЫТОВОЙ РАДИОАППАРАТУРЫ

5.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Аналоговые ИМС становятся основной элементной базой современной бытовой радиоаппаратуры прежде всего благодаря своей высокой надежности и функциональной завершенности.

Изготовление десятков тысяч ИМС в едином технологическом цикле, строго контролируемые режимы и технологические среды, минимальное использование ручного труда обеспечивают высокую надежность работы как всех кристаллов, так и элементов в каждом из них. Вакуумное напыление металлизации и термокомпрессионная сварка, используемые при изготовлении ИМС, обеспечивают более надежное (по сравнению с паяным) соединение элементов на молекулярном уровне. Отношение числа "внут-

ренних" соединений к "внешним" в современных ИМС – от 100 до 10 000. Следовательно, подавляющее число межсоединений выполняется без применения ручного труда – источника ненадежности.

Большинство ИМС различных типов имеют небольшую потребляемую мощность. При малой мощности рассеяния рабочая температура кристалла по сравнению с температурой окружающей среды повышается незначительно, что создает благоприятные условия для замедления физико-химических процессов, приводящих к отказам внутренних соединений.

Надежность радиоэлектронного блока, изготовленного с применением ИМС, оказывается существенно более высокой по сравнению с надежностью аналогичного устройства, выполненного на дискретных комплектующих изделиях.

Однако использование высоконадежных ИМС не всегда автоматически обеспечивает получение столь же надежной аппаратуры. Сохранение надежности ИМС в аппаратуре в значительной степени определяется правильностью ее применения на всех стадиях: разработки, производства и эксплуатации. Под правильностью применения ИМС подразумевается, что выполняются рекомендации по электрическим режимам и методике монтажа, отработан технологический процесс изготовления аппаратуры, используются средства защиты ИМС от статического электричества, тепловых и других воздействий.

В этой главе рассматриваются некоторые меры обеспечения высокой надежности РЭА, в которой используются аналоговые ИМС.

5.2. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ ИМС ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ РЭА

При производстве ИМС ведется 100-процентная проверка и отбраковка готовых изделий, чтобы выявить среди них имеющие как явные, так и, по возможности, скрытые дефекты. Для этого установлены нормы и методы граничных испытаний, позволяющие определять запасы по электрическим и механическим свойствам ИМС. Отбраковочные испытания предусматривают ряд радикальных видов воздействий на ИМС, позволяющих исключить из всей продукции изделия с дефектами.

Однако выходной контроль на предприятии-изготовителе может оказаться недостаточным, и возникает необходимость проводить дополнительные испытания ИМС в технологическом процессе изготовления РЭА. Объем и продолжительность этих испытаний зависит от назначения РЭА.

Изготовители аппаратуры вводят дополнительные испытания, если интенсивность отказов ИМС при эксплуатации не удовлетворяет требованиям по надежности, предъявляемым к разрабатываемой аппаратуре. Обычно это возникает тогда, когда требования разработчиков РЭА превышают возможности изготовителей ИМС. При этом отбор компонентов потребителем становится единственным средством повышения надежности разрабатываемой аппаратуры.

Объем дополнительных испытаний определяется экономическим фактором. Изготовитель РЭА выбирает, как проще и дешевле выявить дефектную ИМС: испытанием перед установкой на печатную плату или позднее, испытывая модуль, блок либо всю систему.

По экспериментальным данным соотношение стоимости замены ИМС на входном контроле, после монтажа на печатную плату и при эксплуатации РЭА составляет 2:5:50 [3]. При массовом производстве РЭА капитальные вложения на испытательное оборудование ИМС достаточно быстро окупаются и в конечном счете приводят к резкому улучшению качества выпускаемой продукции.

В настоящее время предприятия, разрабатывающие и изготавливающие РЭА, чтобы повысить эксплуатационную надежность проводят, как прави-

ло, термотренировку, термоциклирование и электротермотренировку ИМС и ячеек с установленными элементами.

Статистика показывает [3], что от 50 до 70 % отказов ИМС (причем почти все они связаны со старением приборов во времени) приходится на те из них, которые не подвергались перегрузкам в процессе испытаний. Чтобы уменьшить число таких отказов, проводят термостарение ИМС в течение четырех суток и термоциклирование (до 10 циклов). Последний процесс позволяет выявить несогласование коэффициентов теплового расширения отдельных частей ИМС. Для нахождения скрытых дефектов достаточно провести пять термоциклов. Если же увеличить их число (особенно более 10), то может произойти "расшатывание" конструкции и отказ ИМС, или превращение надежного изделия в имеющее скрытые дефекты.

Анализ статистического материала показывает, что технологические испытания должны состоять из электротермотренировки (ускоряющей проявление скрытых дефектов), термовыдержки (для некоторых типов ИМС), контроля статических параметров в интервале температур и динамических параметров в нормальных условиях (это результирующие испытания, определяющие годность ИМС), а также проверки на герметичность.

Электротермотренировку необходимо проводить при максимальной температуре и предельных электрических режимах, разрешенных в технических условиях на конкретную ИМС. Обычно ее продолжительность 96 ч или три последовательных цикла по 96 ч каждый. Данные, полученные по результатам подобных испытаний показывают, что ИМС со скрытыми дефектами до испытаний составляли 0,3 %, после первого цикла – 0,1 %, после второго – 0,03 %, третьего – 0,007 %, что говорит о высокой эффективности "процедуры".

5.3 ВНЕШНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ИМС ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РЭА

В технологическом процессе изготовления РЭА с применением ИМС каждая из них в процессе формовки и обрезки выводов; лужения выводов; комплектования для конкретного изделия; обрезки незадействованных выводов; установки на плату; пайки; очистки плат от флюса; настройки; покрытия лаком; проверки на функционирование и контроля параметров подвергается различным факторам внешнего воздействия (механическим, температурным, химическим, электрическим).

Механические усилия прикладываются к ИМС во время комплектации, формовки и обрезки выводов, установки и приклеивания к печатной плате. Усилия, воздействующие на выводы и их изоляцию, могут нарушить герметичность корпуса. Температурные воздействия связаны с лужением, пайкой, демонтажом. При этих операциях тепло проходит через выводы к кристаллу или подложке и вызывает нагрев элементов конструкции ИМС. Химические воздействия оказывают влияние на материал покрытия корпуса и маркировку ИМС при флюсовании, очистке печатных плат от остатков флюса, влагозащите и демонтаже. И, наконец, электрические воздействия связаны с разрядами статического электричества через ИМС. Эти воздействия имеют место при всех технологических операциях, если не принять мер по уменьшению зарядов статического электричества в производственных помещениях. В процессе сборки изделия ИМС многократно, хотя и в разной степени, подвергаются воздействиям разных внешних факторов среды. Наиболее опасный из них – воздействие оператора, так как оно в большей степени зависит от его индивидуальной подготовки и наиболее трудно контролируются. Поэтому профессиональной подготовке оператора, монтажника и регулировщика должно

Таблица 5.1

Объект воздействия	Технологическая операция	Воздействующий фактор	Возможные нарушения и отказы
Выводы	Рихтовка, формовка и обрезка	Растягивающее усилие. Прижатие вывода	Растрескивание изолятора, вызывающее нарушение герметичности корпуса; деформация выводов (пережатие, скручивание, излом)
Изолятор, основание корпуса, гибкие соединения, кристалл или подложка	Установка и приклейка ИМС на плату, демонтаж	Статическое усилие прижатия корпуса к плате	Растрескивание изолятора, вызывающее нарушение герметичности. Деформация дна корпуса, вызывающая растрескивание и отрыв гибких проводников. Разрушение корпуса
Покрытие выводов	Входной контроль, рихтовка, формовка и обрезка	Усилие прижатия вывода	Вмятины и царапины на выводах, приводящие к коррозии
Изолятор выводов, кристалл, подложка, активные элементы и гибкие выводы	Лужение, пайка, демонтаж, сушка	Перегрев выводов от припоя	Растрескивание изолятора, вызывающее нарушение герметичности. Отслаивание подложки или кристалла (в случае их приклейки) от монтажной зоны корпуса, приводящее к обрыву гибких выводов
		Повышенная температура	Термодеформация защитных покрытий кристаллов, приводящая к обрыву гибких выводов
Покрытие, маркировка	Флюсование, очистка, влагозащита, демонтаж	Химическая активность	Коррозия покрытия или основного материала выводов и корпуса, нарушение целостности (растворение) маркировочных обозначений и лакокрасочных покрытий
Пассивные и активные элементы ИМС, металлизация, *p-n* переходы, защитный оксид	Все технологические операции	Электрический заряд (количество воздействий, емкость и сопротивление в цепи разряда, разность потенциалов)	Пробой оксида, деградация параметров ИМС из-за пробоя в полупроводниковой структуре

быть уделено самое тщательное внимание.

Основные виды возможных отказов ИМС при различных воздействиях приведены в табл. 5.1.

5.4. ФОРМОВКА И ОБРЕЗКА ВЫВОДОВ ИМС

Корпус ИМС должен обеспечивать сохранение внутри него относительно сухой атмосферы в течение всего срока службы микросхемы. Поэтому любые внешние воздействия не должны нарушать герметичность корпуса.

Любая поверхность веществ при нормальных условиях покрыта тонкой пленкой влаги толщиной от 0,01 до 0,001 мкм. Из-за малых размеров молекулы ($2{,}7\cdot10^{-10}$ м) и малой вязкости воды влага способна проникать даже в молекулярные промежутки сложных неорганических соединений. При этом происходят механическое разрушение материалов, изменение электрических свойств поверхностей, коррозия металлов и их сплавов. Чтобы избежать этого, герметизацию корпусов ИМС обычно проводят в атмосфере сухого азота, где содержание воды не превышает 10^{-5}.

Металлы, стекло и керамика, используемые для изготовления корпусов ИМС, практически газо- и влагонепроницаемы. Большинство пластмасс в той или иной степени гигроскопично. Чтобы сохранить сухую инертную атмосферу внутри корпуса, его швы между разнородными материалами дожны быть максимально герметичными. Согласно принятым нормам через спай с хорошей герметичностью при разности давления 10^5 Па в течение 30 лет натекает не более 1 см^3 газообразного гелия (практически это означает абсолютную воздухонепроницаемость).

Металлы между собой соединяют пайкой мягкими или твердыми припоями, горячей или холодной сваркой или их комбинациями. Спаи стекла со стеклом или керамикой осуществляют либо плавлением их при высоких температурах, либо склеиванием более легкоплавким стеклом. Герметизация металлостеклянных спаев, с помощью которых от корпуса ИМС электрически изолируют выводы, представляет сложную техническую задачу. Это связано с тем, что большинство обычных стекол имеет низкие температурные коэффициенты линейного расширения (ТКР) и теплопроводности, тогда как в своем большинстве металлы хорошо проводят тепло и имеют большие коэффициенты линейного расширения. Различие в скоростях нагрева и остывания стеклянных и металлических частей спаев и несоответствие коэффициентов линейного расширения приводит к механическим напряжениям и повреждению спаев. Применительно к условиям эксплуатации ИМС стекло и металл считаются совместимыми, если разность их ТКР не превышает $4\cdot10^{-7}$ 1/°C.

Существенная особенность большинства типов корпусов ИМС заключается в том, что некоторая часть длины вывода находится под наплывом стекла (или керамики). При формовке выводов повреждать его нельзя.

К корпусу ИМС предъявляются противоречивые требования. Так, корпус должен обладать достаточной механической прочностью, что бы выдержать нагрузки, возникающие при производстве аппаратуры и ее эксплуатации, и в то же время должен иметь минимальные размеры, причем его форма должна способствовать получению наибольшего выигрыша по плотности монтажа РЭА. С этим противоречием необходимо считаться, обеспечивая комплекс технических мероприятий, направленных на сохранение надежности ИМС при конструировании и производстве аппаратуры.

При выполнении технологических операций по подготовке ИМС к монтажу на печатную плату (рихтовка,

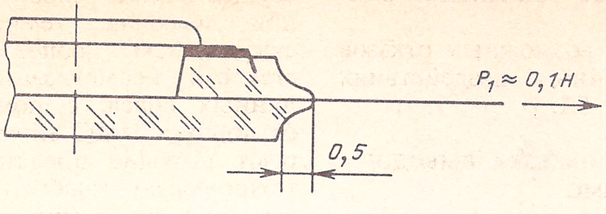


Рис. 5.1. Направление растягивающего усилия при формовке и обрезке выводов

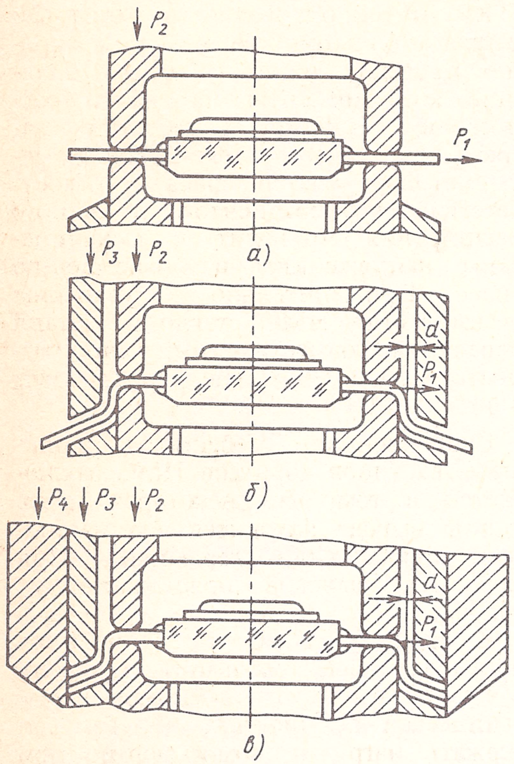


Рис. 5.2. Формовка и обрезка выводов микросхем

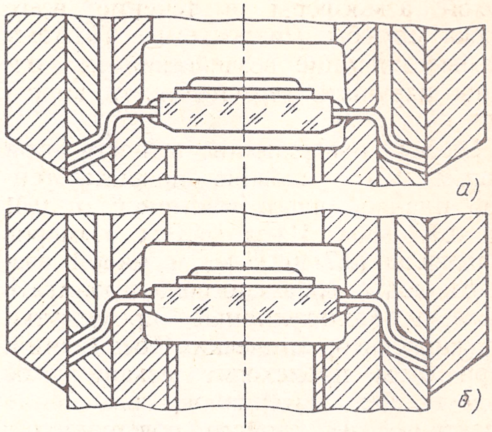


Рис. 5.3. Правильная и неправильная формовка выводов планарного корпуса

формовка и обрезка выводов) выводы подвергают растяжению, изгибу и сжатию. При этом растягивающее усилие P_1 приложено к наиболее чувствительной к механическим воздействиям зоне корпуса – гермовводу (рис. 5.1). Если растягивающее усилие будет чрезмерным, в месте заделки выводов в корпус могут возникнуть трещины по стеклу или керамике тела корпуса, приводящие к немедленной или, что еще хуже, постепенной разгерметизации корпуса.

Конструкция штампа для формовки и обрезки выводов (рис. 5.2) должна обеспечивать создание независимых и последовательных усилий прижатия P_2, формовки P_3 и обрезки P_4. Эти усилия подбирают такими, чтобы обеспечить целостность гальванического покрытия выводов, приложить минимальное растягивающее усилие вдоль оси вывода и получить заданную конфигурацию формовки. При формовке и обрезке выводов допускаются следы (отпечатки) от инструмента на них, не приводящие к нарушению гальванического покрытия.

Штамп должен обеспечивать жесткое крепление каждого вывода ИМС вне зоны наплыва стекла или керамики. Участок вывода на расстоянии 1 мм от тела корпуса не должен подвергаться изгибающим и крутящим деформациям. При формовке должны быть соблюдены допустимые

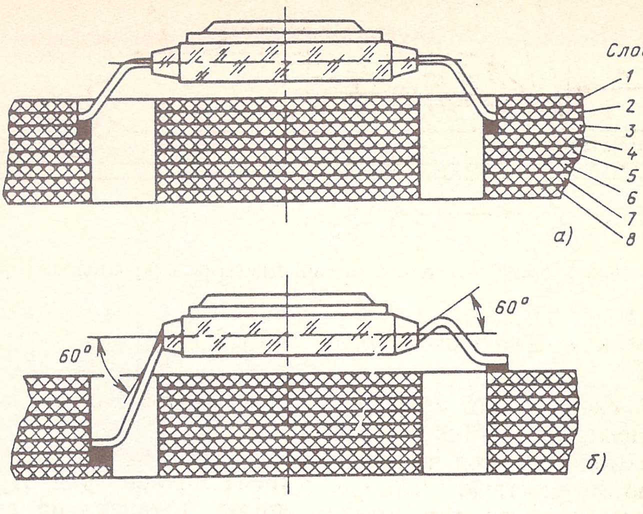


Рис. 5.4. Правильная и неправильная установка планарных корпусов на многослойную печатную плату с открытыми контактными площадками

радиусы изгиба. Если выводы прямоугольного поперечного сечения, то радиус изгиба – не менее двух толщин вывода, если круглого – не менее двух диаметров. Обрезать незадействованные внутри корпуса выводы ИМС или выводы, которые не используются в данном включении и не влияют на работоспособность устройства, можно на расстоянии 1 мм от тела корпуса, однако следует учесть, что по выводам от ИМС (особенно малого размера) отводится значительная часть тепла.

В типично неправильной конструкции технологического приспособления формовки выводов корпусов типа 4 (рис. 5.3) не оставлен зазор (не менее 0,5 мм от тела корпуса), необходимый для сохранения в целости керамики. Штамп такой конструкции может нарушать герметичность корпуса ИМС.

На рис. 5.4 показано происхождение типовой ошибки при монтаже. Предположим, что формовка выводов ИМС, предназначенных для установки на многослойную печатную плату с открытыми контактными площадками, произведена под второй-третий слой (рис. 5.4 а). Фактически ИМС распаивается на контактные площадки других слоев. При монтаже выводы подогнуты вручную у самого гермоввода (угол загиба в вертикальной плоскости может достигать ±60°С). Подрихтовка выводов, проведенная без жесткого закрепления зоны вывода на участке длиной 1 мм от тела корпуса (т. е. без применения технологического приспособления), может привести к нарушению герметичности вывода у корпуса. При таком способе установки потеря герметичности ИМС может произойти во время последующих механических воздействий при эксплуатации аппаратуры, так как деформированные выводы находятся в напряженном состоянии (см. рис. 5.4 б).

5.5. ЛУЖЕНИЕ И ПАЙКА ВЫВОДОВ ИМС

Режимы операций лужения и пайки выводов ИМС (температура расплавленного припоя с выводами, площадь зоны контакта вывода с припоем) обычно выбирают с учетом характеристик теплопередачи конкретных типов корпусов ИМС. В противном случае тепловые удары

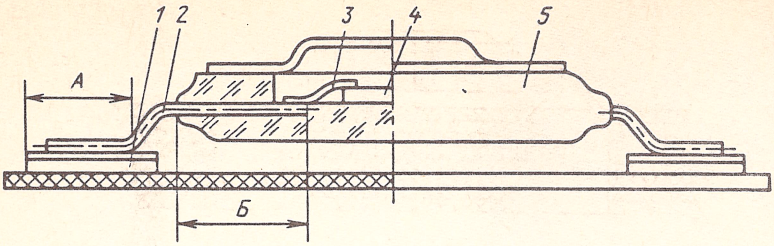


Рис. 5.5. Схема теплообмена между внешними выводами и кристаллом при лужении и пайке микросхем

могут привести к необратимому разрушению ИМС.

На рис. 5.5 схематично показаны отдельные элементы конструкции ИМС, которые подвергаются тепловому воздействию и участвуют в передаче тепла. При контакте с расплавленным припоем *1* вдоль вывода создается перепад температуры, вызывающий передачу тепла. Теплообмен осуществляется от зоны пайки (зона *А*) через металлический вывод *2* к керамической основе тела корпуса *5* и далее к кристаллу *4*. Тепловой поток передается к кристаллу также от внутренней части вывода (зона *Б*) через внутренний соединительный проводник *3*. Скорость передачи тепла зависит от разности температур, теплопроводности материала и конфигурации элементов конструкции ИМС.

При производстве РЭА с использованием микросхем широко используются лужение выводов ИМС способом "окунания в расплавленный припой" и пайки методом "волны".

Учитывая допустимые температуры нагрева элементов конструкции корпусов ИМС, определены следующие условия лужения с помощью погружения в расплавленный припой.

Предельная температура, °С 250±5

Предельное время нахождения выводов в расплавленном припое, с 2,0

Минимальное расстояние от тела корпуса до границы припоя по длине вывода, мм 1,3

Предельно допустимое число погружений одних и тех же выводов в припой 2

Минимальный интервал времени между двумя погружениями одних и тех же выводов в припой, мин 5

При лужении нельзя касаться припоем гермовводов. Припой не должен также попадать на стеклянные и керамические части корпуса. Граница растекания припоя по выводам должна быть не ближе, чем на расстоянии 1 мм от тела корпуса ИМС, при этом допускается некоторая неравномерность лужения по длине выводов. Необходимо исключить образование перемычки между выводами, поверхность припоя на выводах должна быть сплошной, без трещин, пор, необлуженных участков.

Паяные соединения дожны иметь светлую или светло-серую поверхность, без темных пятен и посторонних включений. Через припой должны проявляться контуры входящих в соединение выводов элементов.

Примеры лужения и пайки выводов планарного корпуса приведены на рис. 5.6 а – г.

При пайке ИМС в корпусе с планарными выводами допускаются заливная форма пайки, при которой контуры отдельных выводов полностью скрыты под припоем со стороны пайки соединения (рис. 5.6 д, е), неполное покрытие припоем поверхности контактной площадки по периметру пайки, но не более чем в двух местах, не превышающих 15 % общей площади (рис. 5.6 ж), наплывы припоя конусообразной (рис. 5.6 з) и скругленной (рис. 5.6 и) формы в месте отрыва паяльника, небольшое

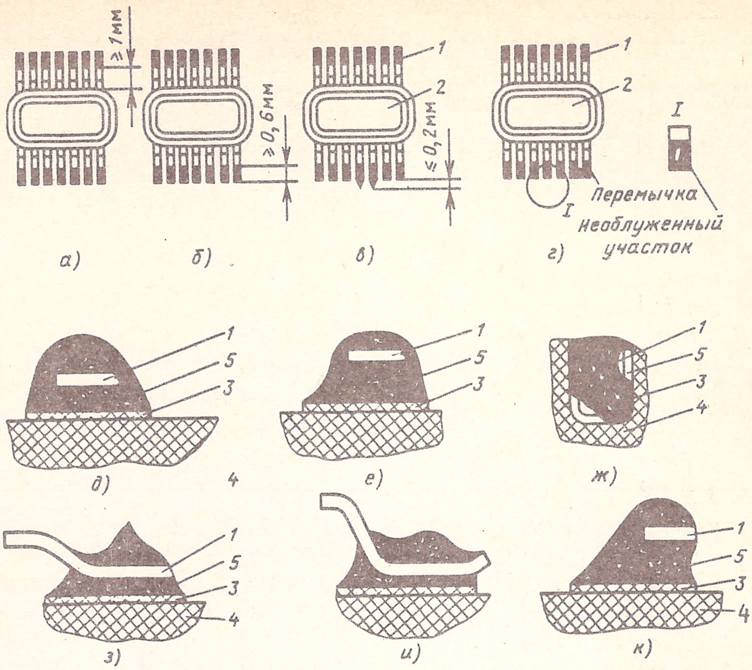
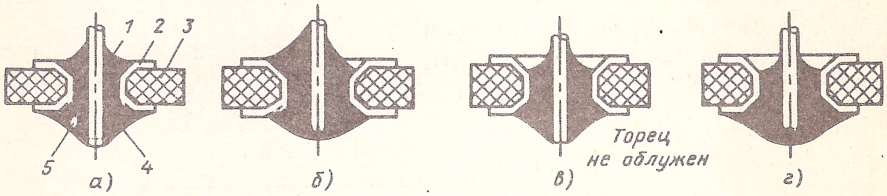


Рис. 5.6. Примеры лужения и пайки выводов планарного корпуса



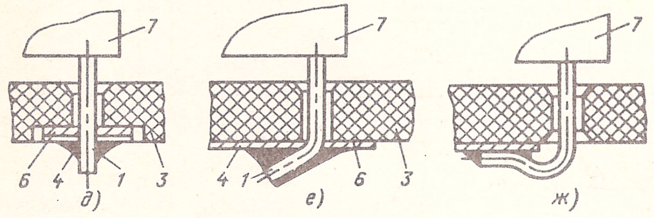


Рис. 5.7. Примеры пайки корпусов со штырьковыми выводами

смещение вывода в пределах контактной площади (рис. 5.6 к), растекание припоя (рис. 5.6 а) (только в пределах длины выводов, пригодной для монтажа).

Форма соединения при запайке выводов ИМС в металлизированные отверстия должна соответствовать эскизам, приведенным на рис. 5.7 а – г. Припой со стороны корпусов не должен растекаться за пределы контактных площадок. Конец вывода может быть нелуженым. Монтажные металлизированные отверстия должны быть заполнены припоем на высоту не менее 2/3 толщины платы. Исправление дефектных соединений со стороны установки ИМС на плату нежелательно.

Формы паяного соединения при

Таблица 5.2

Параметр	Пайка ИМС с планарными выводами		Пайка ИМС со штырьковыми выводами	
	одножальным паяльником	групповым способом	одножальным паяльником	групповым способом
Максимальная температура стержня паяльника, °С	265	–	280	–
Максимальное время касания каждого вывода, с	3	–	3	–
Минимальный интервал времени между пайками соседних выводов, с	3	–	3	–
Максимальная температура расплавленного припоя, °С	–	265	–	265
Максимальное время соприкосновения каждого вывода с припоем, с	–	2	–	3
Максимальное расстояние от тела корпуса до границы припоя по длине вывода, мм	1	1	1	1
Минимальный интервал времени между двумя повторными пайками одних и тех же выводов, мин	5	5	5	5

пайке выводов ИМС на контактные площадки печатных плат с неметаллизированными отверстиями приведены на рис. 5.7 д – ж. Растекание припоя по выводам ИМС не должно уменьшать минимального расстояния от корпуса до места пайки, т. е. быть в пределах зоны, пригодной для монтажа и оговоренной в технической документации. На торцах выводов допускается отсутствие припоя.

Оборудование и оснастка, применяемые при пайке, должны обеспечивать автоматическое поддержание и контроль температуры расплавленного припоя с погрешностью ±5°С при выполнении операции "волной припоя", поддержание и периодический контроль (через 1 – 2 ч) температуры жала паяльника с погрешностью ±5°С при индивидуальном способе выполнения операции пайки ИМС, контроль времени, контактирования выводов ИМС с жалом паяльника или с расплавленным припоем при групповых методах пайки, а также контроль расстояния от тела корпуса до границы припоя по длине выводов. Жало паяльника должно быть заземлено (переходное сопротивление заземления не более 5 Ом). В табл. 5.2 приведены рекомендуемые режимы пайки ИМС одножальным и групповым способами.

5.6. ОСОБЕННОСТИ УСТАНОВКИ ИМС НА ПЕЧАТНУЮ ПЛАТУ

При установке ИМС на печатную плату должны быть приняты все меры предосторожности, чтобы защитить ее корпус от недопустимых деформаций. С одной стороны должна быть обеспечена механическая прочность, гарантирующая устойчивость к механическим нагрузкам, возможным при эксплуатации изделия, с другой – определенная "гибкость" крепления, чтобы деформация печатной платы не привела к заметным механическим нагрузкам на корпус ИМС. Например, "жесткое" крепление ИМС на печатную плату, имеющую стрелу всего в несколько десятых миллиметра может вызвать растрескивание герметизирующих швов корпуса, либо деформацию дна (толщина которого 0,1...0,2 мм) и отрыв от него подложки или кристалла.

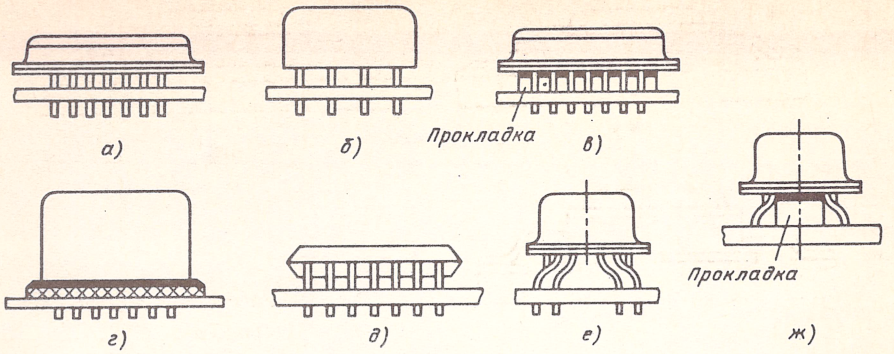


Рис. 5.8. Варианты установки различных корпусов на печатную плату с металлизированными отверстиями

В большинстве случаев применения ИМС механическая устойчивость обеспечивается лишь распайкой всех выводов на контактные площадки. Необходимость и способы дополнительного крепления ИМС на плате определяются жесткостью условий эксплуатации аппаратуры, а также массой и габаритами корпуса ИМС.

Конструкция платы и компоновка элементов на ней должна обеспечивать эффективный отвод тепла за счет конвекции воздуха или с помощью теплоотводов. Конвекцию обеспечивают установкой корпусов с максимально допустимыми зазорами между плоскостью платы и дном корпуса. Размещение корпусов на печатной плате должно обеспечить возможность покрытия влагозащитным лаком без попадания его на места, не подлежащие покрытию, и свободный доступ к любой ИМС для ее монтажа. С учетом требований обеспечения целостности корпуса и отвода тепла можно предложить следующие рекомендации по установке на печатную плату различных типов ИМС.

1. ИМС со штырьковыми выводами (корпуса 151.15 – 4 и 151.15 – 6) целесообразно устанавливать непосредственно на металлизированные отверстия с высотой над платой $1^{+0,5}$ мм. Выводы ИМС формовать не следует. Дополнительных креплений не требуется (рис. 5.8 а, б).

2. Более крупные ИМС со штырьковыми выводами (корпуса 151.15 – 2, 151.15 – 3 и "Акация") требуют дополнительного крепления. Их приклеивают на изоляционные прокладки, например, из материала ДСВ-2-Р-2М или АГ-4. Прокладки необходимо жестко закрепить на печатной плате, например, мастикой ЛН. Размеры изоляционных прокладок должны быть максимально приближены к размерам основания ИМС с сохранением целостности гермовводов (рис. 5.8 в, г).

3. ИМС в пластмассовых корпусах с прямоугольными выводами (корпуса 201.14 – 3, 201.16 – 6) устанавливают на печатные платы с односторонним или двухсторонним расположением печатных проводников в металлизированные отверстия с зазором, который обеспечивается конструкцией выводов (рис. 5.8 д).

4. ИМС в круглых корпусах (корпуса 301.8 – 1, 301.12 – 1) устанавливают с отформованными выводами с зазором от печатной платы $3^{+0,5}$ мм (рис. 5.8 е). Если аппаратура подвергается повышенным механическим воздействиям при эксплуатации, то под ИМС необходимо устанавливать прокладку из электроизоляционного материала (рис. 5.8 ж). Прокладка должна быть приклеена к плате и основанию ИМС. В простейшем случае ИМС в круглых корпусах можно устанавливать непосредственно на ме-

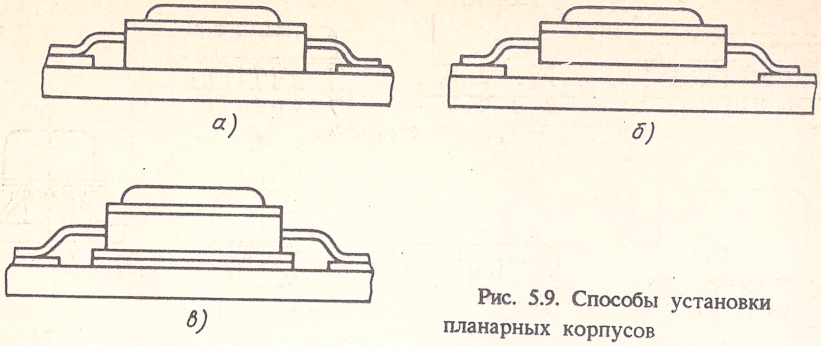


Рис. 5.9. Способы установки планарных корпусов

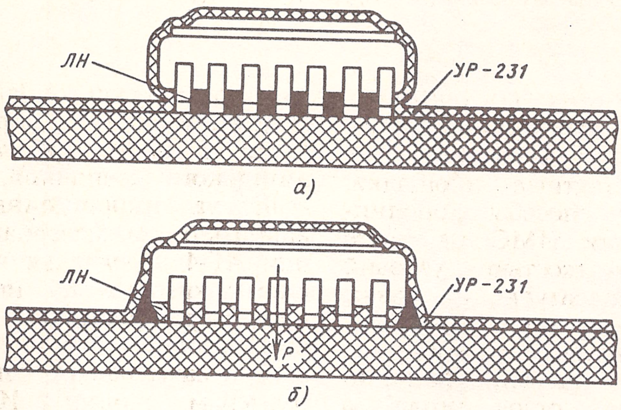


Рис. 5.10. Правильная и неправильная установка планарного корпуса на печатную плату

таллизированные отверстия без формовки выводов с зазором от поверхности платы $1^{+0,5}$ мм.

5. ИМС с планарными корпусами и отформованными выводами (корпуса 401.14 – 3, 4118.24 – 1) можно устанавливать на платы с односторонним или двусторонним расположением проводников следующим способом: вплотную на печатную плату (рис. 5.9 а), с зазором 0,3 мм (рис. 5.9 б) или вплотную на прокладку (рис. 5.9 в). Последующее обволакивание лаком обеспечивает дополнительное крепленние ИМС. При установке ИМС в планарных корпусах допускается смещение свободных концов в горизонтальной плоскости в пределах ±0,2 мм для их совмещения с контактными площадками. В вертикальной плоскости свободные концы выводов можно перемещать в пределах ±0,4 мм от положения выводов после формовки.

6. Приклеивать ИМС к печатным платам рекомендуется клеями ВК-9 (ЩИ0.026.400 ТУ), АК-20 (ТУ6 – 10 – 1293 – 72) или мастикой ЛН (ТУ МКЛ.3052 – 55). Оптимальная температура сушки 65±5°С.

При приклеивании ИМС к печатной плате усилие прижатия не должно превышать 0,08 мкПа. Не допускается приклеивать ИМС клеем или мастикой, нанесенными отдельными точками на ее основание или торцы корпуса.

7. Недопустимо попадание влагозащитного лака УР-231 в зазор между корпусом ИМС и платой (рис. 5.10), так как при полимеризации он способен вызвать деформацию дна кор-

пуса, отклеивание кристалла или обрыв внутренних соединений ИМС.

8. Во всех случаях при установке ИМС на печатную плату нельзя прикладывать усилия, приводящие к их деформации.

5.7. СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ ИМС ОТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

По мере совершенствования технологии изготовления ИМС увеличивается плотность компоновки элементов на поверхности пластины, что улучшает электрические и функциональные характеристики ИМС, но одновременно вызывает снижение допустимых электрических нагрузок и увеличивает чувствительность микросхем к разрядам статического электричества.

Анализ отказов ИМС, вышедших из строя в процессе производства и испытаний, показывает, что причиной 40...50 % из них являются электрические перегрузки. Для таких ИМС характерны оплавление, разбрызгивание алюминия и образование короткозамкнутых соседних участков металлизации. Разрывы чаще всего случаются в наиболее слабых местах токоведущих дорожек, имеющих уменьшение площади поперечного сечения.

Причинами электрических перегрузок являются воздействие на ИМС разрядов статического электричества, возникающих при выполнении различных технологических операций, или значительные сетевые наводки (из-за плохого заземления корпусов приборов и технологического инструмента). Появление статических зарядов обусловлено несколькими механизмами генерации и значение этих зарядов зависит от многих факторов.

Статические потенциалы ($U_{ст}$) на поверхности диэлектриков независимо от механизма их генерации всегда оказываются пропорциональными удельным поверхностным сопротивлениям материалов (ρ_s). В этом легко убедиться, анализируя экспериментальные данные о статических потенциалах, возникающих на поверхности некоторых материалов при относительной влажности 50 % (табл. 5.3).

На рис. 5.11 представлена зависимость статических потенциалов лавсана и хлопчатобумажной ткани, широко используемых для спецодежды производственного персонала, от относительной влажности воздуха. Анализ данных графиков позволяет сделать выводы, что статические потенциалы при низкой относительной влажности воздуха (40...50 %) достигают 3...10 кВ, статический потенциал лавсана выше, чем хлопчатобумажной ткани, и сильно зависит от относительной влажности воздуха (при влажности 65 % потенциал хлопчатобумажной ткани равен нулю, лавсана – превышает 3 кВ).

При разработке способов защиты ИМС от воздействия разрядов статического электричества необходимо учитывать и способность изоляционных материалов сохранять в течение определенного времени накопленные на их поверхности заряды. За время

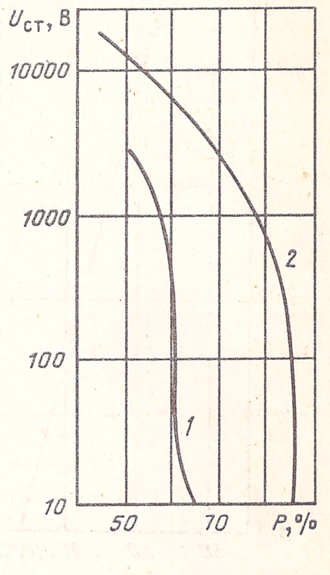


Рис. 5.11. Зависимость статического потенциала от относительной влажности воздуха для хлопчатобумажной ткани и ткани из лавсана

удержания заряда ($\tau_у$) принято время, в течение которого накопленный статический потенциал уменьшается в 2...3 раза.

В табл. 5.4 приведены экспериментальные данные об удержании заряда при относительной влажности воздуха 65 %. Время удержания зарядов на поверхности синтетического линолеума измерялось при меньшей влажности – 60 %.

Из экспериментальной зависимости, показанной на рис. 5.12, можно сделать вывод, что при увеличении влажности от 40 до 83 % удельное поверхностное сопротивление поливинилхлорида уменьшается на пять порядков.

При организации производства аппаратуры с применением ИМС необходимо помнить, что на руках операторов при выполнении различных технологических операций создаются значительные статические потенциалы – от сотен до нескольких тысяч вольт. Значение и полярность этих потенциалов зависит от множества факторов, в числе которых относительная влажность воздуха в помещении, материалы одежды, покрытия стола, стула, технологического и испытательного оборудования, степень изоляции оператора от "земли" (материал обуви и пола) (рис. 5.13).

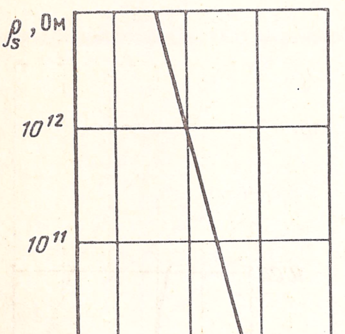


Рис. 5.12. Зависимость удельного поверхностного сопротивления поливинилхлорида от относительной влажности воздуха

Таблица 5.3

Материал	$U_{ст}$, кВ	ρ_s, мОм
Винипласт	1,3...2,8	$1,0 \cdot 10^8$
Дерево	0,7	$1,4 \cdot 10^7$
Стекло	0,6...0,8	$9,6 \cdot 10^6$
Гетинакс	0,45	$4,3 \cdot 10^6$

Таблица 5.4

Материал	$\tau_у$, с	ρ_s, Ом
Бумага	25	$(3,3...9,8) \cdot 10^{11}$
Лакированное дерево	1200	$1,4 \cdot 10^3$
Полихлорвинилхлорид	7800	$1,0 \cdot 10^{14}$
Органическое стекло	9000	$2,2 \cdot 10^{15}$
Синтетический линолеум	12 000	$4,0 \cdot 10^{14}$

Анализ данных рис. 5.13 показывает, что при работе в обуви на резиновой подошве (кривые *2*) статический потенциал на руке операторов в 2...2,5 раза выше, чем при работе в кожаной обуви (кривые *1*). Это связано с тем, что сопротивление утечки обуви на резиновой и кожаной подошве различаются почти на два порядка (сопротивление утечки обуви на резиновой подошве равно $1,8 \cdot 10^8...2,8 \cdot 10^9$ Ом, на кожаной – $5,6 \cdot 10^6...1,9 \cdot 10^7$ Ом). Существенно и то, что большие значения статических потенциалов на руке оператора соответствуют случаю использования на рабочем месте диэлектриков с повышенным удельным поверхностным сопротивлением.

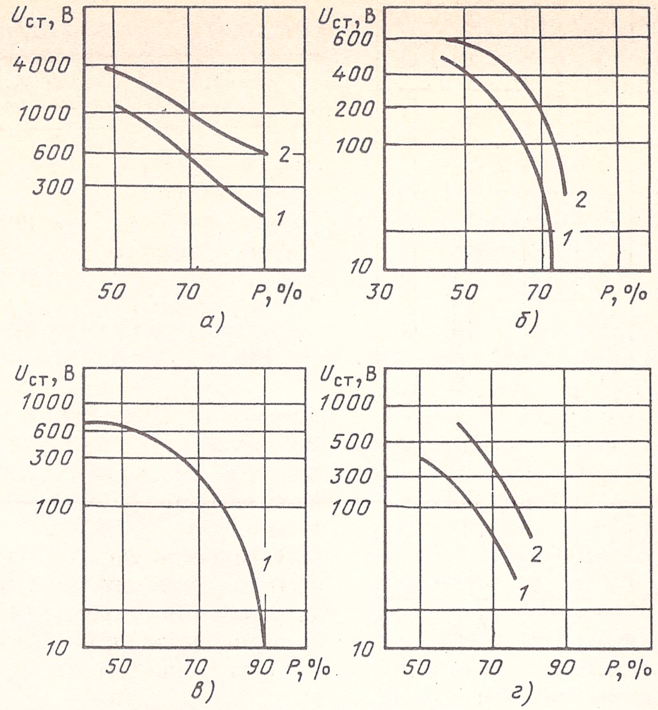


Рис. 5.13. Зависимость статического потенциала, возникающего на руке оператора при трении о различные материалы, от относительной влажности воздуха при поливинилхлоридной поверхности стола (*а*), деревянной, покрытой лаком (*б*), текстолитовой (*в*), покрытой стеклом (*г*). Обувь оператора на кожаной *1* и резиновой *2* подошве

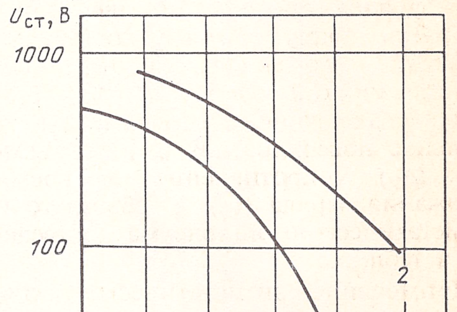


Рис. 5.14. Зависимость статического потенциала на операторе при различной относительной влажности и изоляции от пола. Обувь оператора на кожаной (*1*) и резиновой (*2*) подошве

Когда оператор ходит по полу, покрытому синтетическим линолеумом, на нем также накапливаются заряды (рис. 5.14). Борьба с зарядами статического электричества в производственном процессе должна идти по двум направлениям: во-первых, необходимо уменьшать возможности для генерации зарядов статического электричества и, во-вторых, обеспечивать отвод накопленных зарядов с производственного и технологического оборудования и операторов.

При организации участков производства аппаратуры, в которой используются ИМС, не рекомендуется применять отделочные материалы с большим удельным поверхностным сопротивлением. Использование для отделки поверхностей производственной мебели, полов, испытательного и технологического оборудования мате-

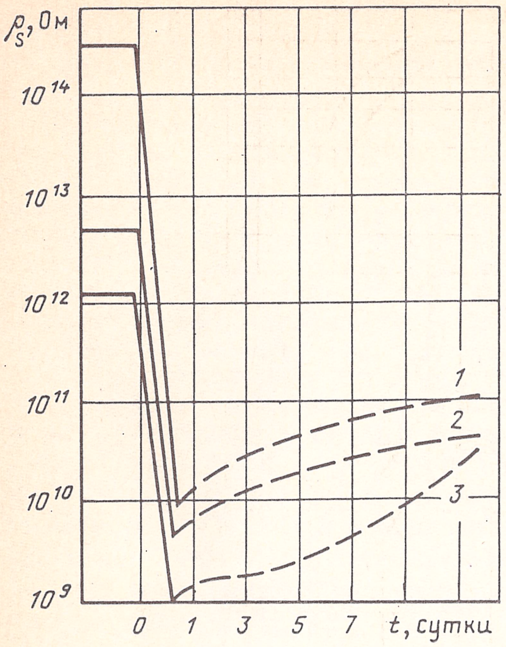


Рис. 5.15. Зависимость удельного поверхностного сопротивления различных материалов от времени до и после обработки их антистатиком

риалов с малым ρ_s – не более $(1...5)\cdot10^9$ Ом – обеспечивает необходимые условия для быстрого стекания зарядов статического электричества. Для покрытия поверхностей может быть рекомендован специальный антистатический линолеум. Сравнительные электрические параметры – удельное поверхностное (ρ_s) и объемное (ρ_V) сопротивление и время удержания заряда ($\tau_у$) – обычного и антистатического линолеума приведены в табл. 5.5.

Применение антистатического линолеума исключает возможность накопления статических зарядов на операторе: контакт руки оператора до выполнения очередной технологической операции с поверхностью, покрытой антистатическим линолеумом, обеспечивает стекание заряда за 1 с. Синтетическое покрытие 11.2.Э – С.5 обладает еще лучшими антистатическими свойствами. Удельное поверхностное сопротивление его

Таблица 5.5

Параметр	Обычный линолеум	Антистатический линолеум
Удельное поверхностное сопротивление ρ_s, Ом	$4{,}0\cdot10^{14}$	$5{,}0\cdot10^{9}$
Объемное сопротивление ρ_V, Ом·см	$5{,}9\cdot10^{17}$	$2{,}4\cdot10^{9}$
Время удержания заряда $\tau_у$	12 000	0,5

равно 10^6 Ом. Применение такого материала обеспечивает полное снятие статических зарядов, так как время стекания зарядов с человека составит всего $2\cdot10^{-4}$ с.

В качестве одного из методов снижения удельного поверхностного сопротивления покрытий рекомендуется применять поверхностно-активные вещества, например, антистатическую пасту "Чародейка" (ТУ 6.15.604 – 71), которую наносят тонким слоем на рабочие диэлектрические поверхности столов, испытательного и технологического оборудования и приспособлений, тары для хранения ИМС и сборочных единиц и используют для протирки полов и при стирке хлопчатобумажных чехлов для производственной мебели. Антистатические свойства пасты во времени характеризуются экспериментальными данными (рис. 5.15). Сплошной линией на рисунке показаны зависимость до обработки материалов пастой "Чародейка", штриховой – после.

Возрастание поверхностного сопротивления обработанной поверхности во времени объясняется естественным усыханием и старением пасты, а также стиранием ее при работе. Сопротивление возрастает на порядок за 10...15 дней, поэтому периодичность нанесения пасты должна определяться из конкретных условий производства. Как в случае применения антистатического линолеума, так и поверхностно-активных веществ для стекания зарядов необходимо обеспе-

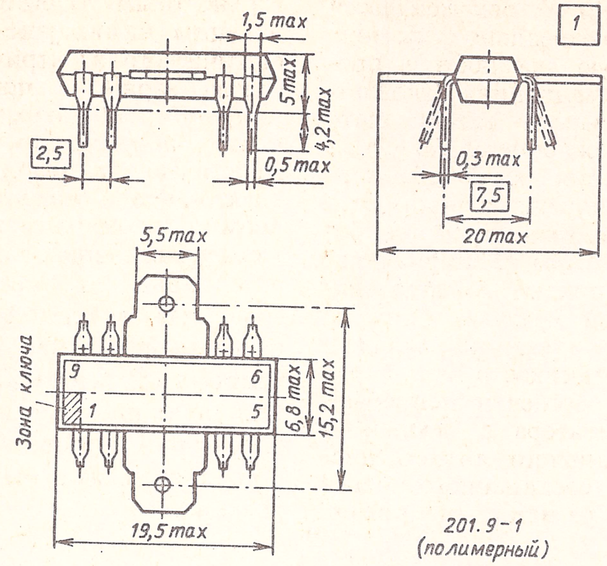
чить хороший электрический контакт одной-двух точек обработанной поверхности (площадь контакта не менее 1 см^2) с "землей".

Чтобы снизить поверхностное сопротивление покрытий на рабочем месте операторов, рекомендуется обеспечивать максимально возможную относительную влажность в производственных помещениях (удовлетворительный результат может быть достигнут при влажности 65...70 %).

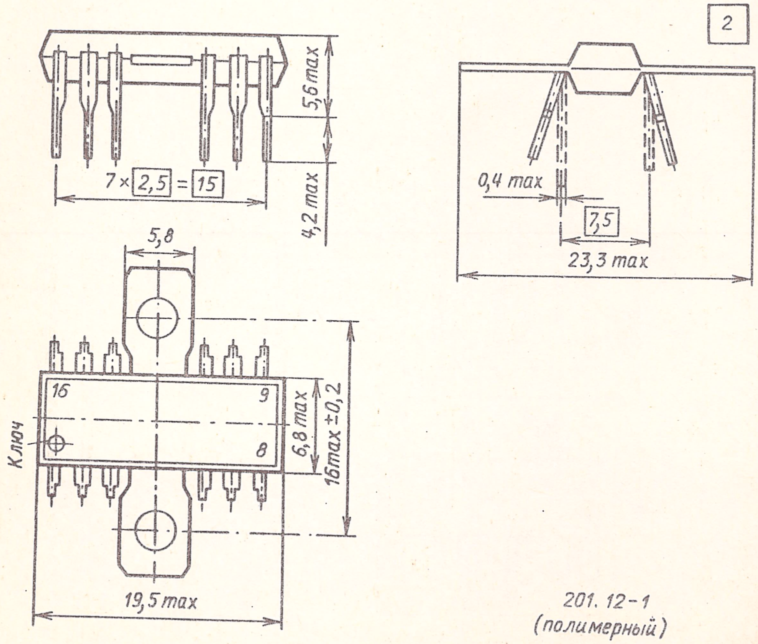
Для изготовления межоперационной тары рекомендуется использовать материалы с поверхностным сопротивлением 10^6...10^8 Ом. Материал тары может быть покрыт токопроводящей алюминиевой краской. Слой ее не препятствует стеканию зарядов, так как имеет невысокое ρ_s.

Должен быть обеспечен непрерывный контакт оператора с "землей" с помощью специального антистатического браслета, соединенного через высоковольтный резистор (например, типа КЛВ на 10 кВ). Однако надо учесть, что применение антистатического браслета эффективно лишь в том случае, если рабочее место, тара и приспособления выполнены с применением материалов с малым поверхностным сопротивлением, исключающим накопление на них зарядов статического электричества (с учетом отвода заряда с помощью заземления). В противном случае вероятность повреждения ИМС велика. Действительно, заряды статического электричества, накопленные на высокоомной поверхности, например, на межоперационной таре, могут создать потенциал до нескольких тысяч вольт как на самой таре, так и на находящейся в ней ИМС. В момент контакта оператора с ИМС при наличии цепи прохождения тока ИМС – оператор – "земля" импульс разрядного тока может вызвать отказ микросхемы.

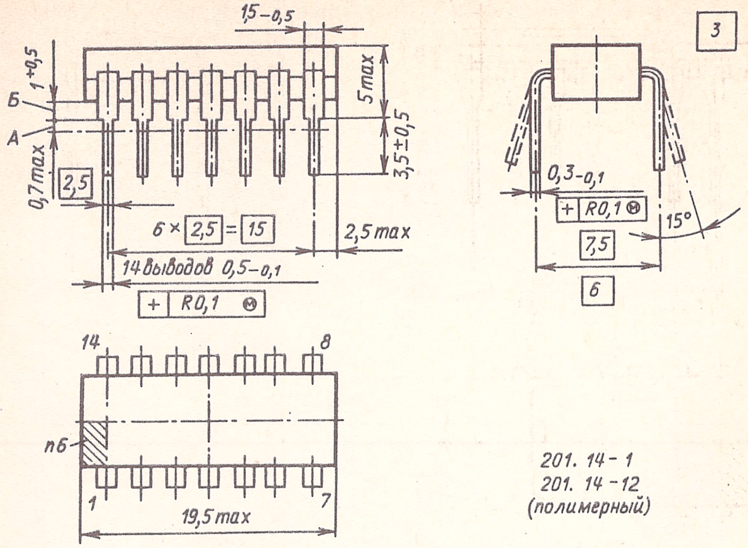
П р и л о ж е н и е 1. Конструкции и чертежи корпусов аналоговых интегральных микросхем для бытовой радиоаппаратуры



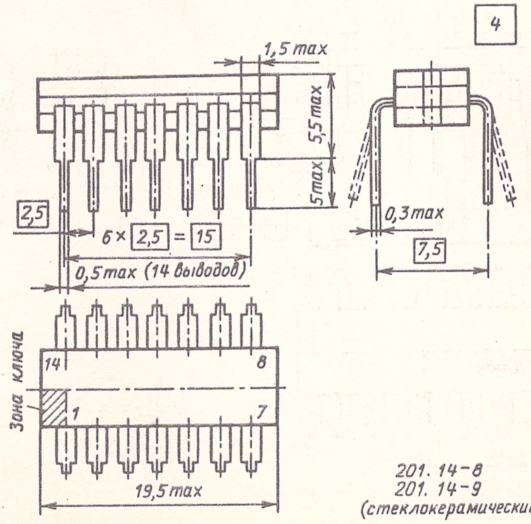
201. 9-1
(полимерный)



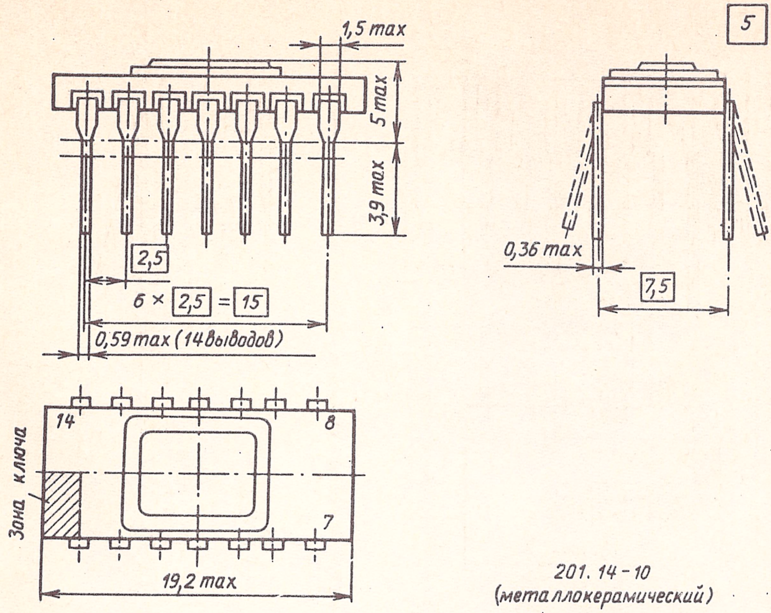
201. 12-1
(полимерный)



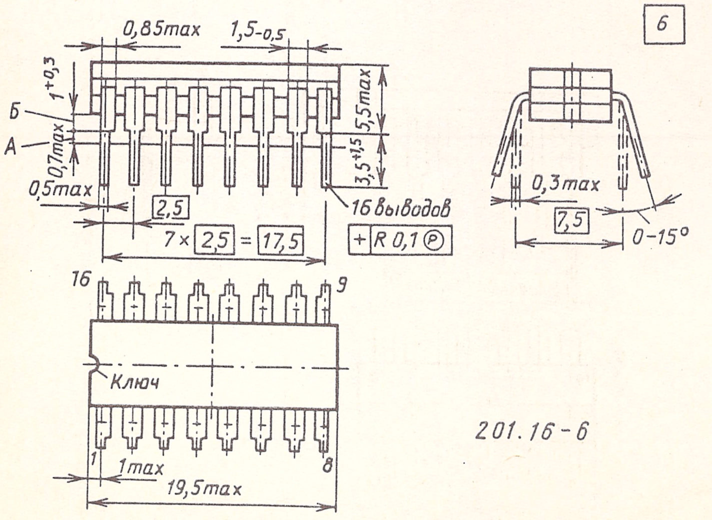
201. 14-1
201. 14-12
(полимерный)



201. 14-8
201. 14-9
(стеклокерамический)

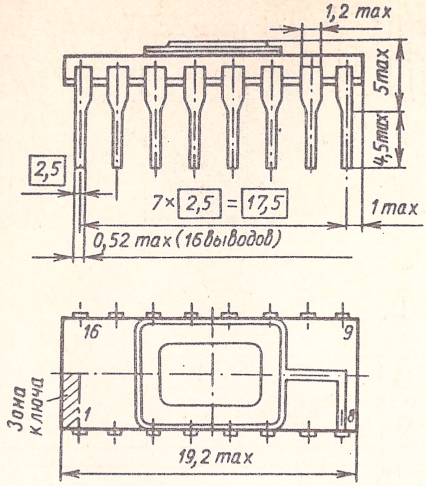


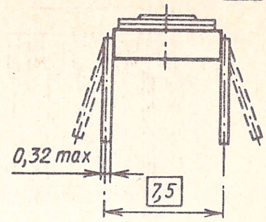
201. 14 - 10
(металлокерамический)



201. 16 - 6

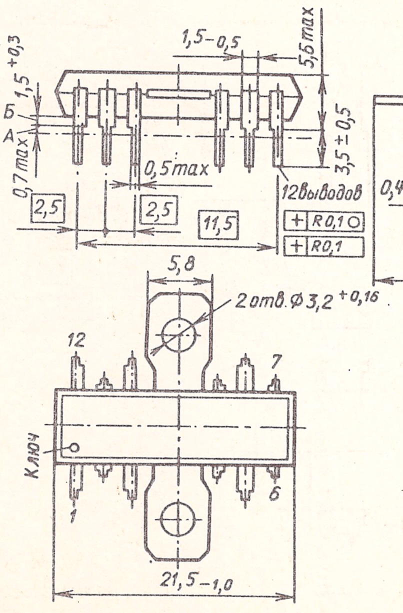
7

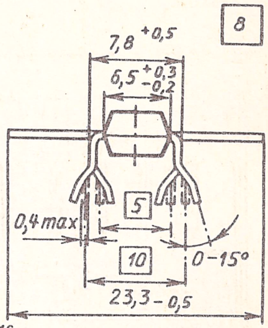




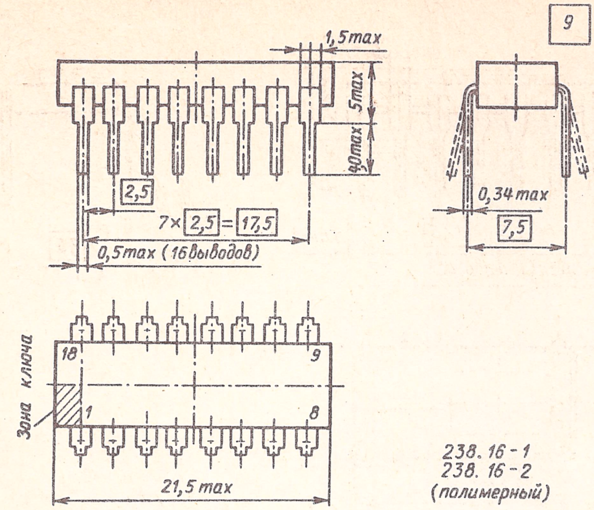
201. 16 - 13
(металлокерамический)

8

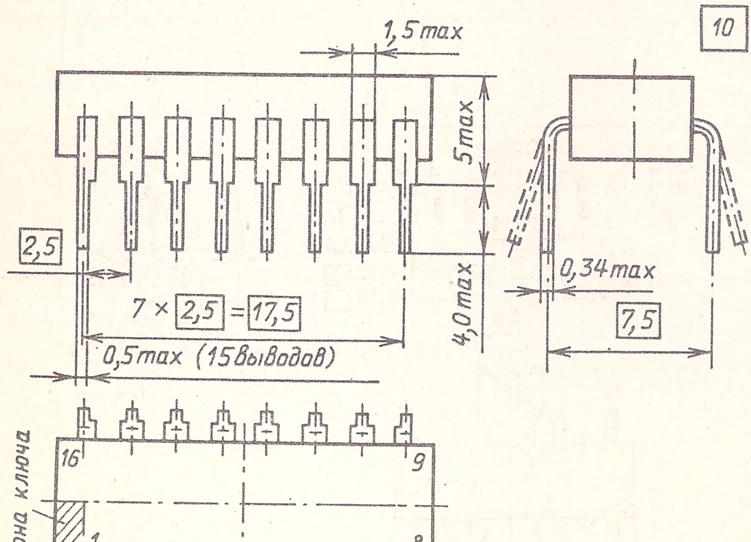




238. 12 - 1

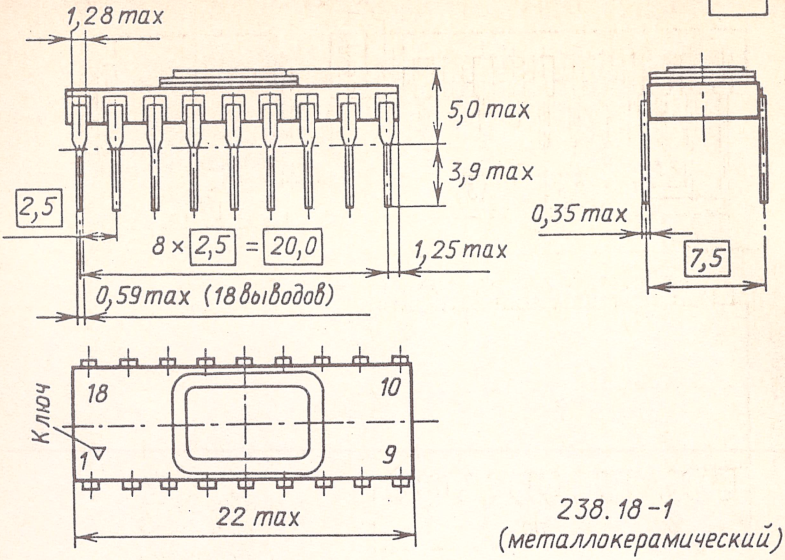


238.16-1
238.16-2
(полимерный)



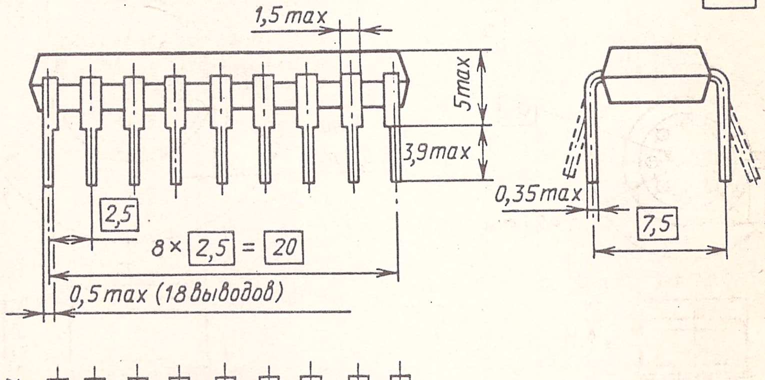
238.16-5
(полимерный)

11



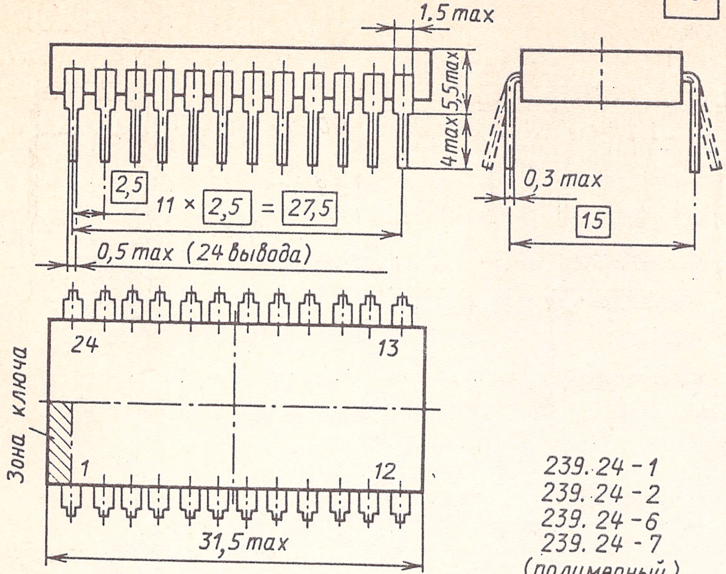
238. 18-1
(металлокерамический)

12



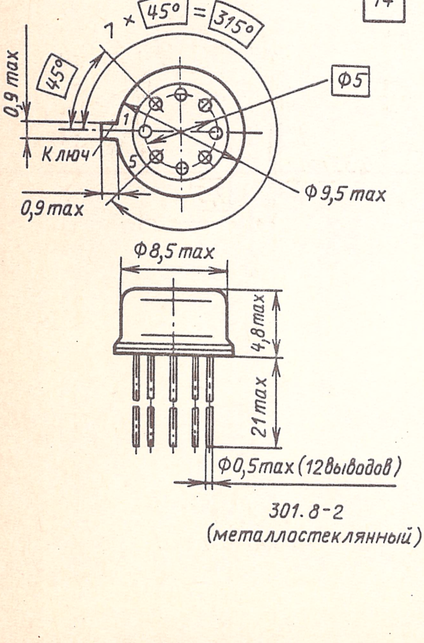
238. 18-3
(полимерный)

13



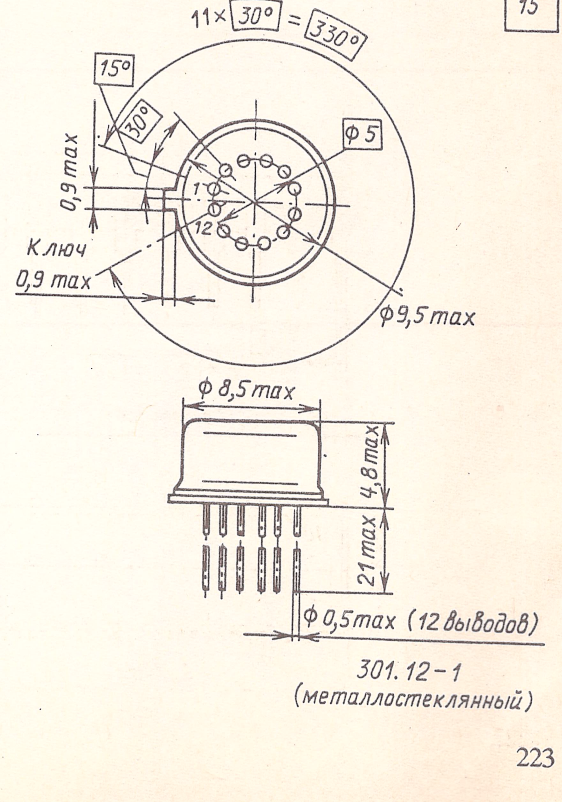
239. 24 - 1
239. 24 - 2
239. 24 - 6
239. 24 - 7
(полимерный)

14



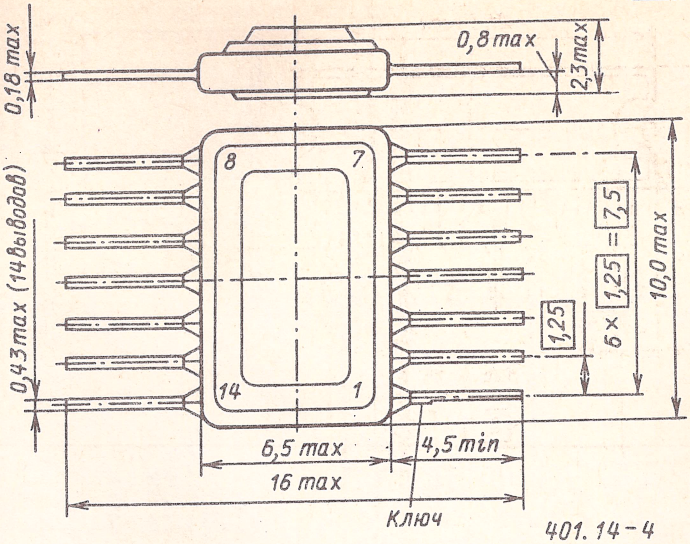
301. 8-2
(металлостеклянный)

15



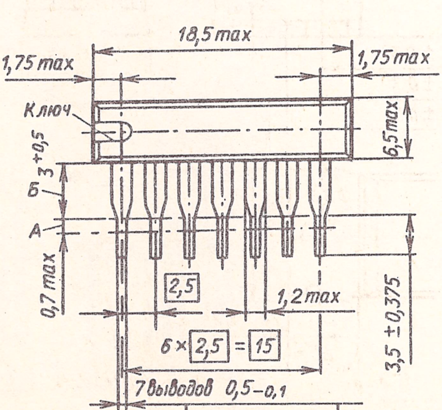
301. 12 - 1
(металлостеклянный)

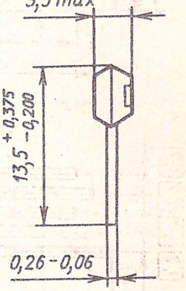
16



401. 14-4
(металлостеклянный)

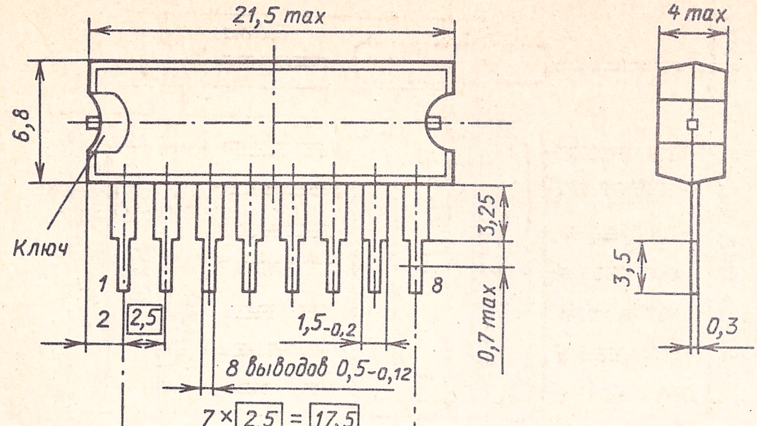
17





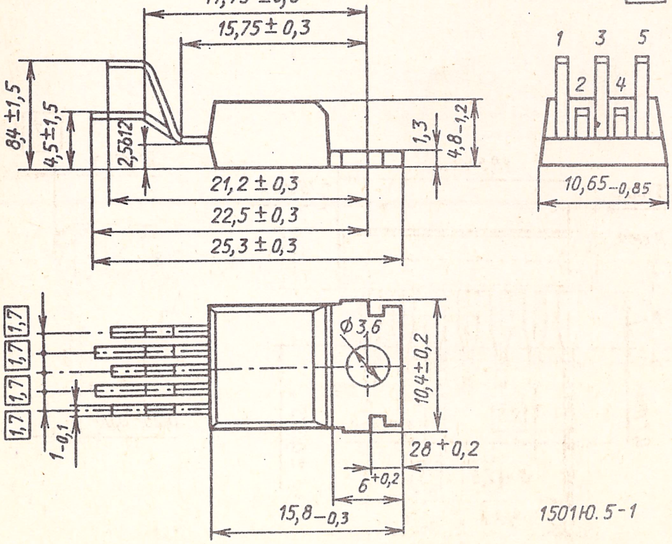
1101Ю. 7-1

18

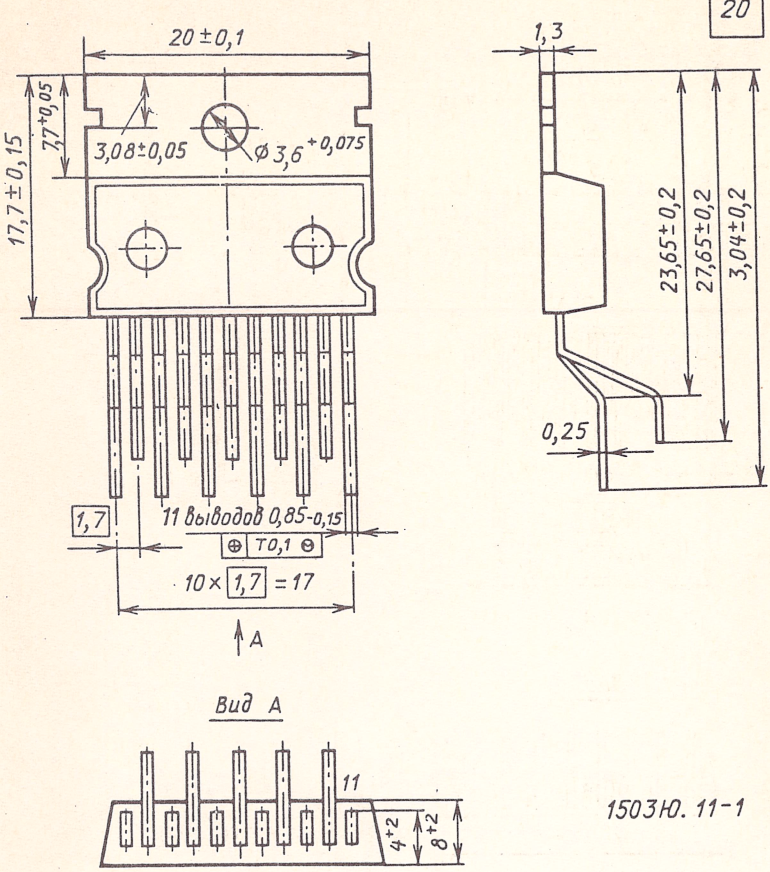


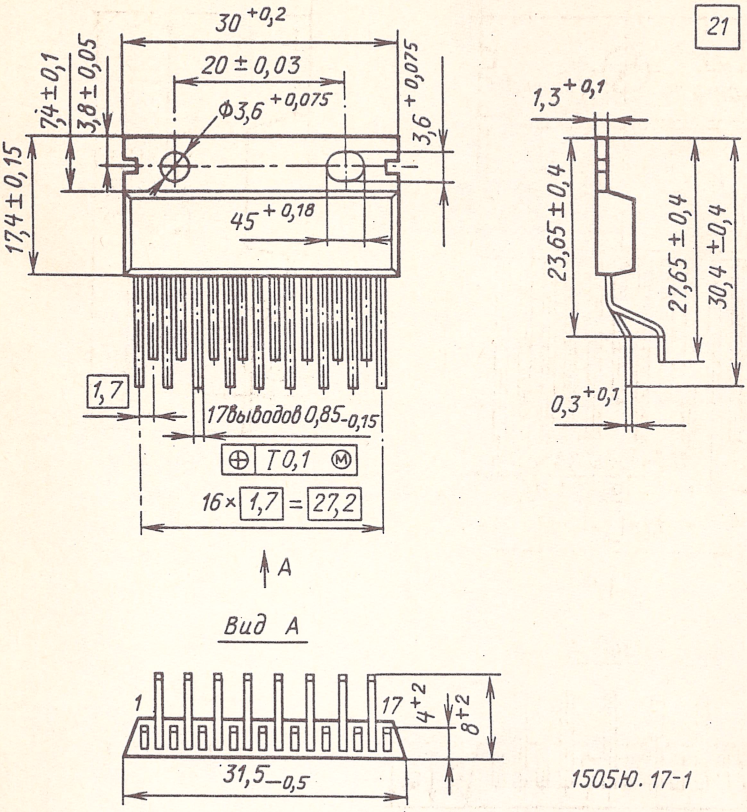
1102.8-1

19

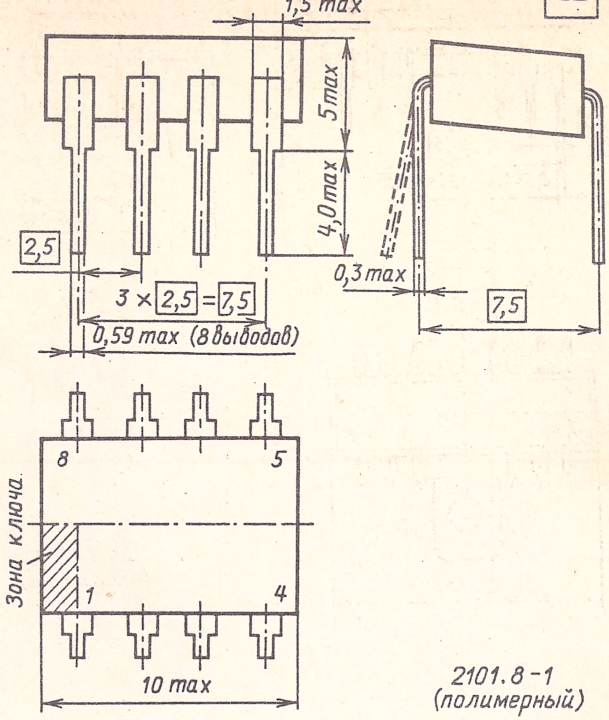


1501Ю.5-1


20
20 ± 0,1
1,3
17,7 ± 0,15
7,7+0,05
3,08±0,05
Ø 3,6 +0,075
23,65±0,2
27,65±0,2
3,04±0,2
0,25
1,7
11 выводов 0,85-0,15
T0,1
10 × 1,7 = 17
A
Вид А
11
4+2
8+2
1503Ю. 11-1

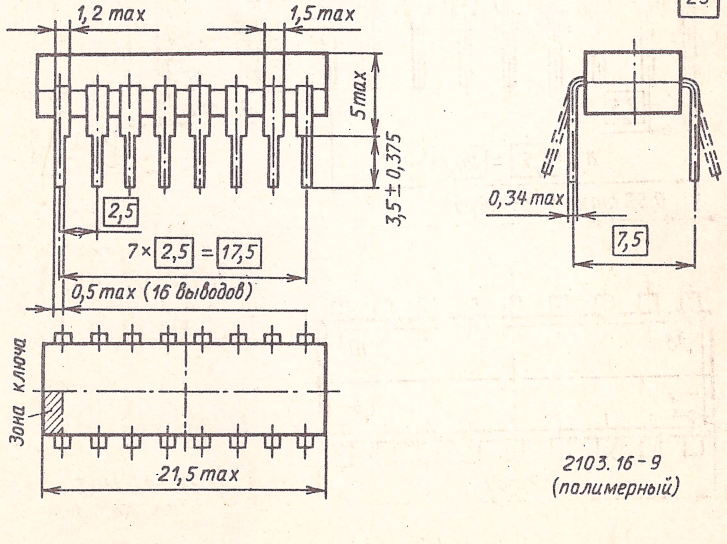

21
30 +0,2
20 ± 0,03
Φ3,6 +0,075
7,4 ± 0,1
3,8 ± 0,05
3,6 +0,075
17,4 ± 0,15
45 +0,18
1,7
17 выводов 0,85 −0,15
⊕ T0,1 Ⓜ
16 × 1,7 = 27,2
A
1,3 +0,1
23,65 ± 0,4
27,65 ± 0,4
30,4 ± 0,4
0,3 +0,1
Вид А
1
17
4 +2
8 +2
31,5 −0,5
1505Ю. 17-1

22

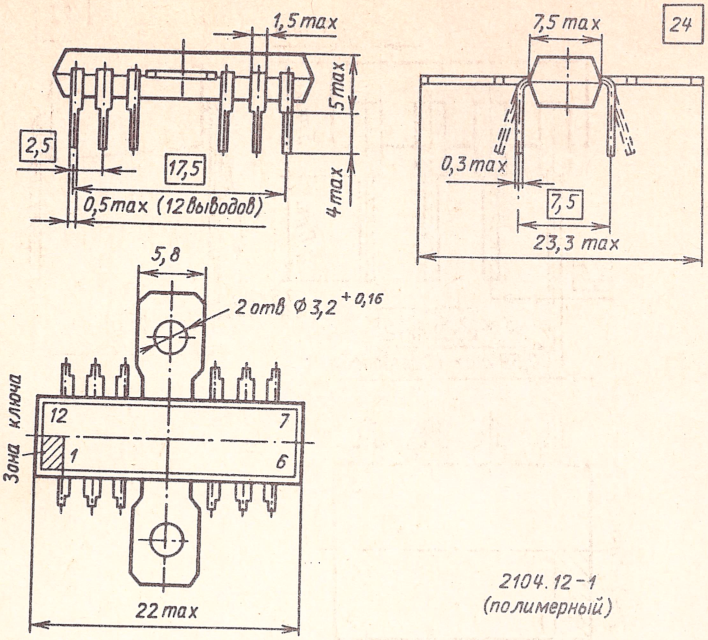


2101.8-1
(полимерный)

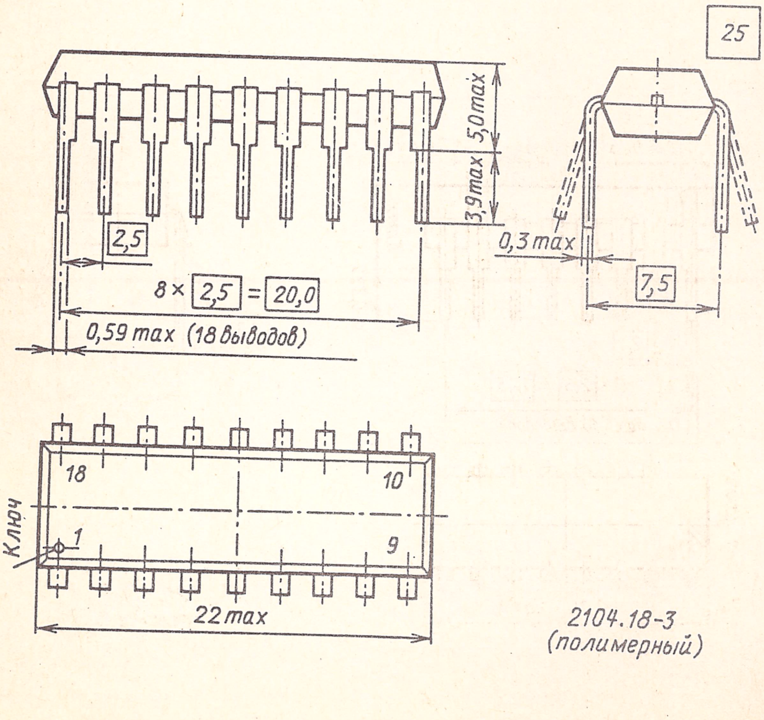
23



2103.16-9
(полимерный)

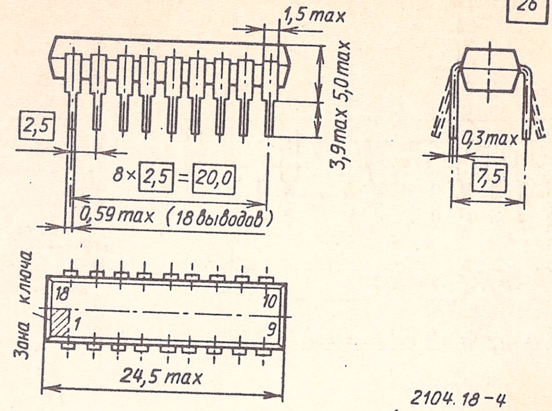


2104.12-1
(полимерный)



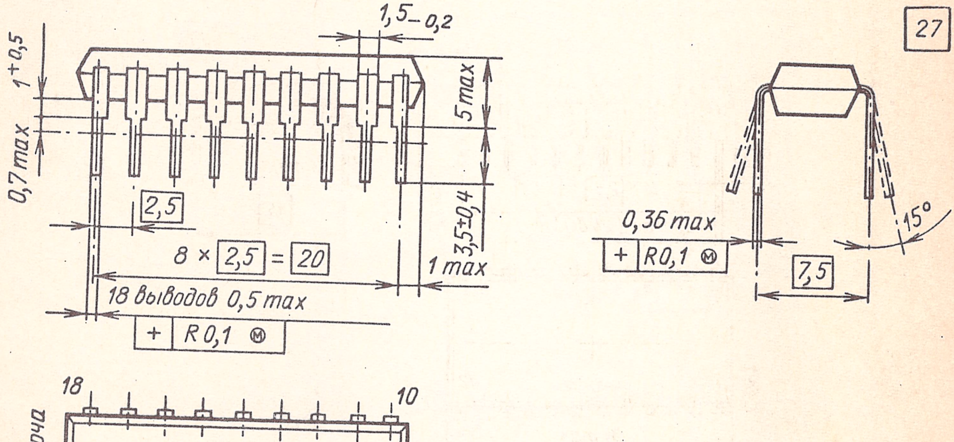
2104.18-3
(полимерный)

26



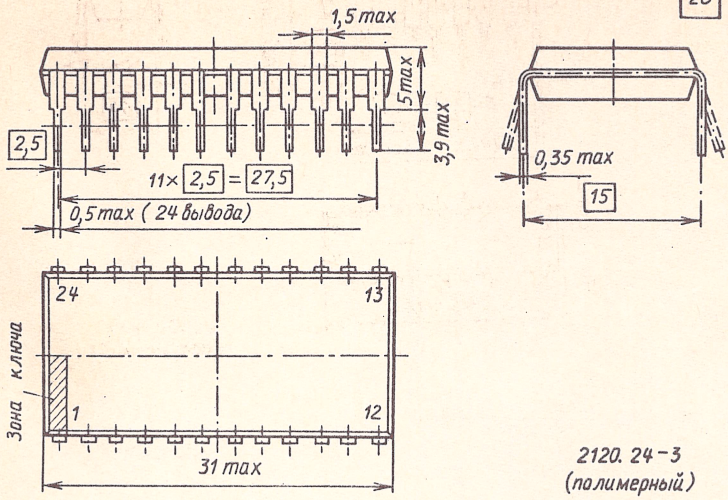
2104.18-4
(полимерный)

27



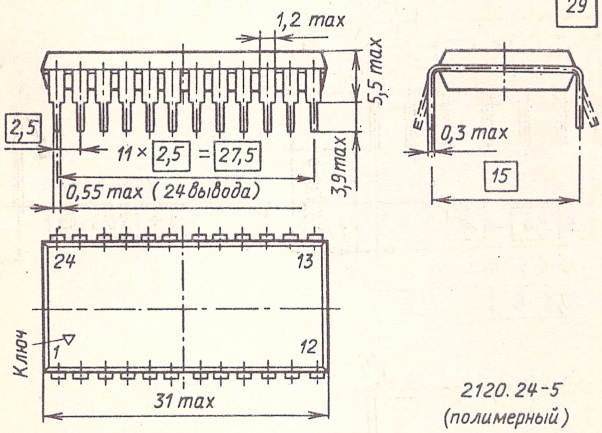
2104.18-6

28



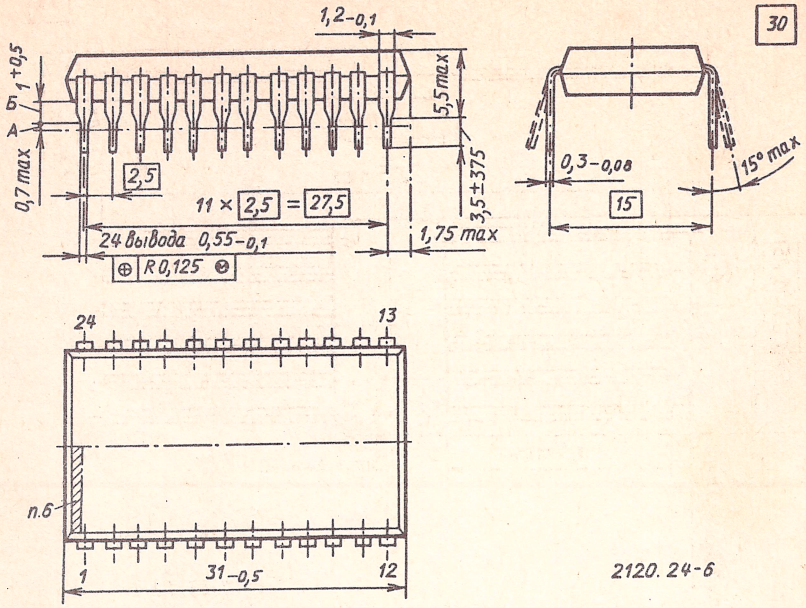
2120. 24-3
(полимерный)

29



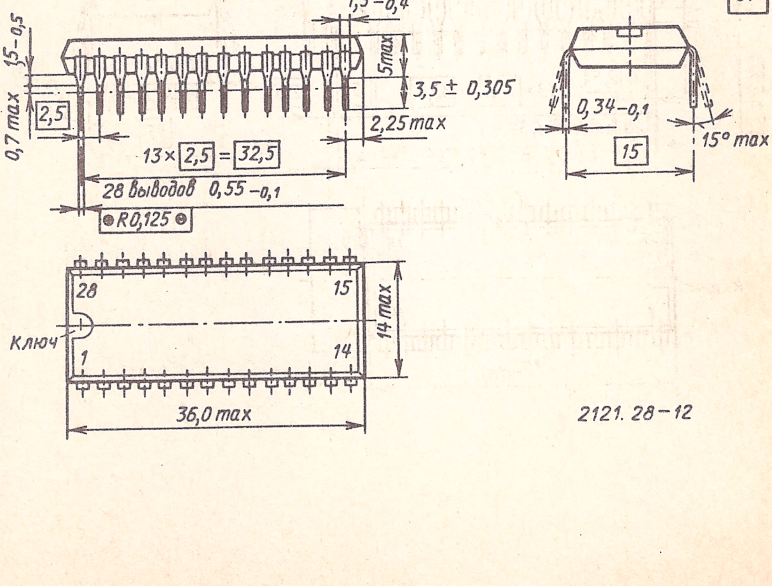
2120. 24-5
(полимерный)

30



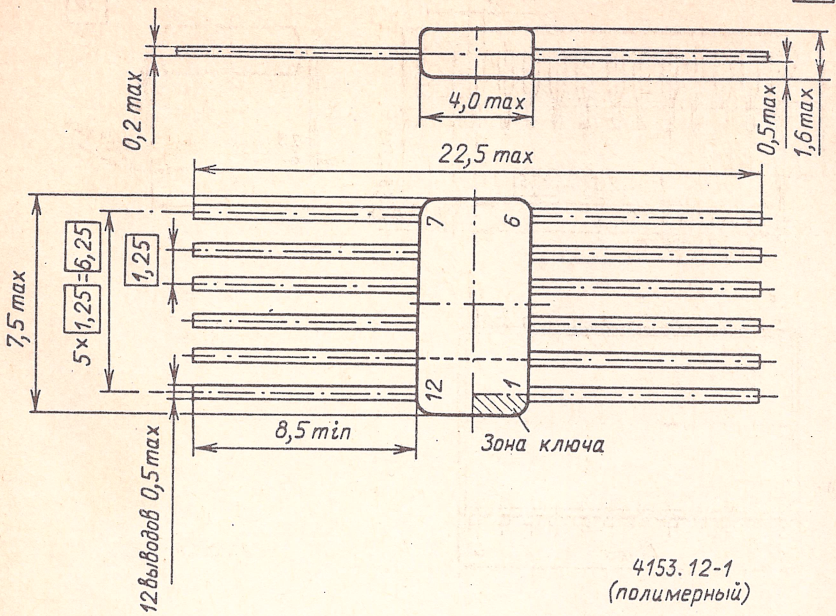
2120. 24-6

31



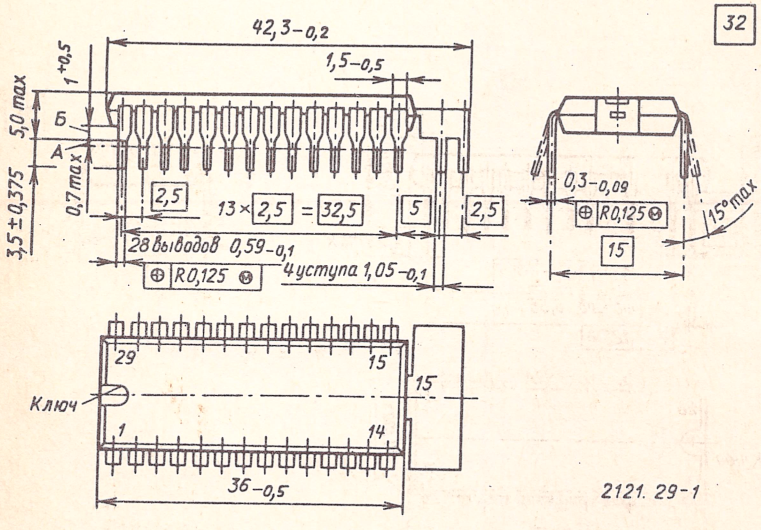
2121. 28−12

33



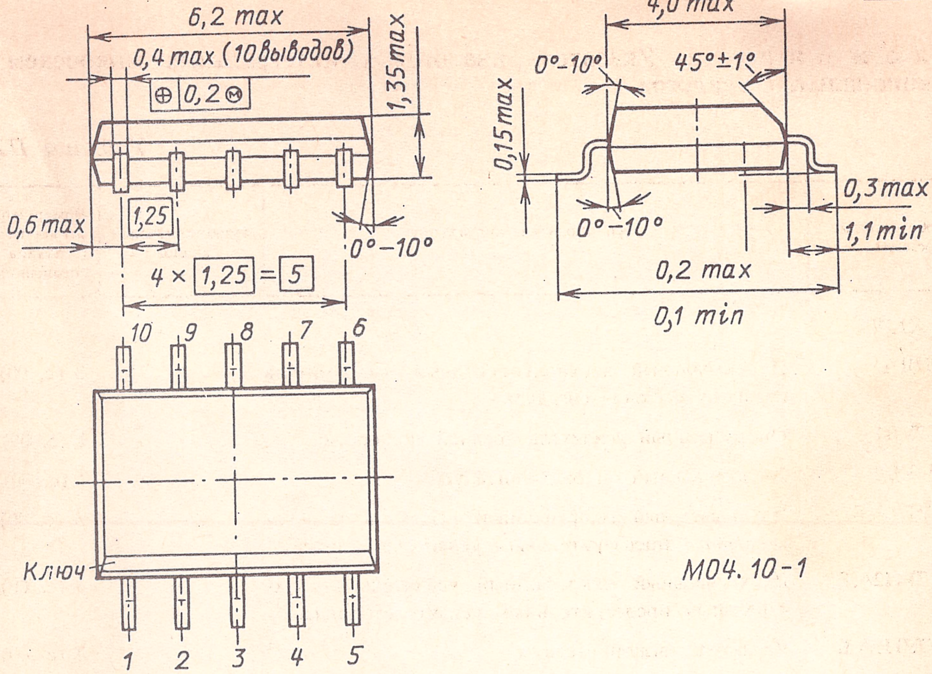
4153. 12-1
(полимерный)

32



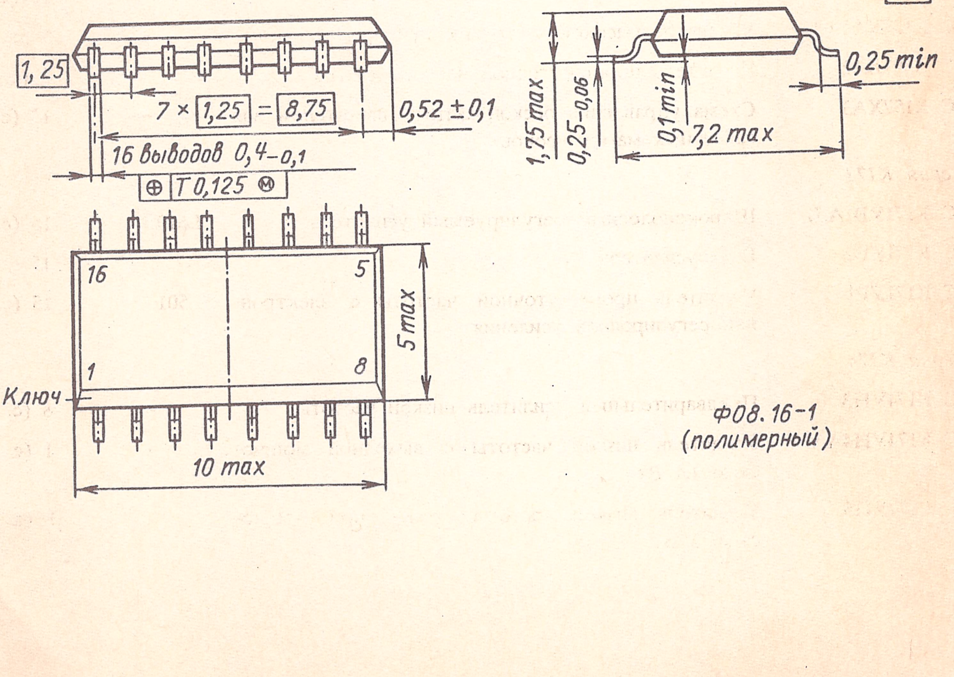
2121. 29-1

34



М04.10-1

35



Ф08.16-1
(полимерный)

П р и л о ж е н и е 2. Указатель аналоговых интегральных микросхем и их функциональных аналогов

Таблица П2.1

Условное обозначение микросхемы	Функциональное назначение	Функциональный аналог	Номер чертежа корпуса (страница справочника)
Серия К157			
ИМС К157ДА1	Двухканальный двухполупериодный выпрямитель среднего значения сигналов	–	3 (с. 00)
ИМС К157УД1	Операционный усилитель средней мощности	–	1 (с. 00)
ИМС К157УД2	Двухканальный операционный усилитель	–	3 (с. 00)
ИМС 157УП1А,Б	Двухканальный микрофонный усилитель с двухканальным предварительным усилителем записи	–	3 (с. 00)
ИМС К157УП2А,Б	Двухканальный микрофонный усилитель с двухканальным предварительным усилителем записи	–	3 (с. 00)
ИМС К157УН1А,Б	Усилитель низкой частоты	–	3 (с. 00)
ИМС К157УЛ1А,Б	Двухканальный предварительный усилитель воспроизведения	–	3 (с. 00)
ИМС К157ХП1	Двухканальное пороговое устройство управления приборами индикации пиковых уровней записи с выпрямителем для системы АРУЗ	–	3 (с. 00)
ИМС К157ХП2	Стабилизатор напряжения с электронным управлением и элементы генератора токов стирания и подмагничивания	–	3 (с. 00)
ИМС К157ХП3	Динамический шумопонижающий фильтр	–	28 (с. 00)
ИМС К157ХА1А,Б	Усилитель высокой частоты с преобразователем	–	3 (с. 00)
ИМС К157ХА2	Усилитель промежуточной частоты с АРУ	–	3 (с. 00)
ИМС К157ХА3	Схема управления бесконтактным двигателем для кассетных магнитофонов	–	13 (с. 00)
Серия К171			
ИМС К171УВ1А,Б	Широкополосный регулируемый усилитель	SL610	15 (с. 00)
ИМС К171УВ2	Видеоусилитель	μA733	15 (с. 00)
ИМС К171УР1	Усилитель промежуточной частоты с электронной регулировкой усиления	SL501	15 (с. 00)
Серия К174			
ИМС К174УН3	Предварительный усилитель низкой частоты	–	8 (с. 00)
ИМС К174УН4А,Б	Усилитель низкой частоты с выходной мощностью 1,4 Вт	–	1 (с. 00)
ИМС К174УН5	Усилитель низкой частоты с выходной мощностью 2 Вт	–	8 (с. 00)

Условное обозначение микросхемы	Функциональное назначение	Функциональный аналог	Номер чертежа корпуса (страница справочника)
ИМС К174УН7	Усилитель низкой частоты с выходной мощностью 4,5 Вт	А210К, ТВА-810 ТВА-810S	2, 8 (с. 00)
ИМС К174УН8	Усилитель низкой частоты с выходной мощностью 2 Вт	–	1 (с. 00)
ИМС К174УН9А,Б	Усилитель низкой частоты с выходной мощностью 5 Вт	ТСА-940	24 (с. 00)
ИМС К174УН10А,Б	Двухканальный электронный регулятор тембра	ТСА-740А	9 (с. 00)
ИМС К174УН11	Усилитель низкой частоты с выходной мощностью 15 Вт	TDA-2020	3 (с. 00)
ИМС К174УН12	Двухканальный электронный регулятор громкости и баланса	ТСА-730А	9 (с. 00)
ИМС К174УН13	Усиление записи с АРУ и предварительное усиление воспроизведения звука	TDA-1002	9 (с. 00)
ИМС К174УН14	Усилитель низкой частоты с тепловой и токовой защитой	TDA-2003	19 (с. 00)
ИМС К174УН15	Двухканальный усилитель низкой частоты с выходной мощностью на канал 9 Вт	TDA-2004	20 (с. 00)
ИМС КФ174УН17	Двухканальный усилитель низкой частоты с выходом на стереотелефоны	TDA-7688	35 (с. 00)
ИМС К174УН18	Двухканальный усилитель низкой частоты для переносной аппаратуры	AN-7145 (AN-7146)	21 (с.00)
ИМС К174УН19	Усилитель низкой частоты с номинальной мощностью 15 Вт	TDA-2030	19 (с. 00)
ИМС К174КП1	Аналоговый двухканальный переключатель на четыре входа и один выход в каждом канале	TDA-1029	9 (с. 00)
ИМС К174УР3	Усилитель промежуточной частоты звука, частотный детектор, предварительный усилитель низкой частоты	–	3 (с. 00)
ИМС К174УР7	Микросхема для усилителя-ограничителя и частотного ЧМ сигнала	ТСА-770	9 (с. 00)
ИМС К174АХ2	Интегральная микросхема трактов АМ приемников	ТСА-440	9 (с. 00)
ИМС К174ХА3А,Б	Компандерный шумоподавитель	NE-545B	9 (с. 00)
ИМС К174ХА4	Интегральная микросхема фазовой автоподстройки частоты	NE-561	7 (с. 00)
ИМС К174ХА5	Интегральная микросхема для ЧМ тракта радиовещания	TDA-1047	11 (с. 00)
ИМС К174ХА6	Интегральная микросхема для усиления, ограничения и детектирования ЧМ сигнала	TDA-1047	12 (с. 00)

Условное обозначение микросхемы	Функциональное назначение	Функциональный аналог	Номер чертежа корпуса (страница справочника)
ИМС К174ХА7	Многофазный перемножитель сигналов для выделения одной боковой полосы	–	7 (с. 00)
ИМС К174ХА10	Однокристальный радиоприемник IV класса	TDA-1083	9 (с. 00)
ИМС К174ХА12	Интегральная микросхема фазовой автоподстройки частоты с замкнутым контуром обратной связи	NE-561	9 (с. 00)
ИМС К174ХА14	Стереодекодер системы с полярной модуляцией ИС	–	30 (с. 00)
ИМС К174ХА15	Интегральная микросхема для УКВ-блока	TDA-1062	9 (с. 00)
ИМС К174ХА19	Стабилизатор управляющего напряжения настройки	–	23 (с. 00)
ИМС К174ПС1	Двойной балансный смеситель до 200 МГц	S042	3 (с. 00)
ИМС КФ174ПС1	Двойной балансный смеситель до 200 МГц	S042	34 (с. 00)
Серия К175			
ИМС К175УВ1А,Б	Широкополосный усилитель	–	16 (с. 00)
ИМС К175УВ2А,Б	Универсальная усилительная схема	–	16 (с. 00)
ИМС К175УВ3А,Б	Экономичная усилительная схема	–	16 (с. 00)
ИМС К175УВ4	Усилитель-преобразователь высокой частоты	CA-3028	16 (с. 00)
ИМС К175ДА1	Детектор АМ сигналов и детектор АРУ с УПТ	–	16 (с. 00)
ИМС К175ПК1	Регенеративный аналоговый делитель частоты	–	16 (с. 00)
Серия К525			
ИМС К525ПС1А,Б	Аналоговый перемножитель сигналов среднего класса точности (преобразователь спектров)	MC-1595	3 (с. 00)
ИМС К525ПС2А,Б	Четырехквадрантный аналоговый перемножитель сигналов	530	3 (с. 00)
Серия К538			
ИМС К538УН1А,Б	Малошумящий предварительный усилитель низкой частоты	LM-382	14 (с. 00)
ИМС К538УН3 ИМС К538УН3А,Б	Малошумящий предварительный усилитель низкой частоты с напряжением шумов на входе 5 мВ/Гц	–	22 (с. 00)
Серия К547			
ИМС К547КП1	Переключатель аналоговых сигналов	–	3 (с. 00)
Серия К548			
ИМС К548УН1А,Б	Сдвоенный малошумящий предварительный усилитель низкой частоты	LM-381	3 (с. 00)
ИМС К548УН3	Специализированная интегральная микросхема для высококачественных слуховых аппаратов	LC-506	33 (с. 00)

Условное обозначение микросхемы	Функциональное назначение	Функциональный аналог	Номер чертежа корпуса (страница справочника)
Серия КР1005			
ИМС КР1005ХА8А,Б	Многофункциональная микросхема фазовой автоподстройки частоты с разомкнутой цепью управления ГУН	XR-200	30 (с. 00)
Серия КР1015			
ИМС КР1015ХК2	Интегральная микросхема управления частотой настройки радиоприемных устройств	МР02819с	25 (с. 00)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Атаев Д. И., Болотников В. А.** Функциональные узлы усилителей высококачественного звуковоспроизведения. М.: Радио и связь, 1989. 144 с.: ил. (Массовая радиобиблиотека. Вып. 1140).

2. **Аналоговые** интегральные микросхемы: Справочник /Б. П. Кудряшов. Ю. В. Назаров, Б. В. Тарабрин, В. А. Ушибышев. М.: Радио и связь, 1981.

3. **Аналоговые** и цифровые интегральные микросхемы. Справочное пособие /С. В. Якубовский, Н. А. Барканов, Л. И. Ниссельсон и др.; Под ред. С. В. Якубовского. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Радио и связь, 1985. 432 с.

4. **Горошков Б. И.** Элементы радиоэлектронных устройств: Справочник. М.: Радио и связь, 1988.

5. **Интегральные** схемы. Каталог. М.: ЦНИИ Электроника. Вып. 1 – 6.

6. **ГОСТ** 17021 – 75. Микросхемы интегральные. Термины и определения.

7. **ОСТ** 11.073.915 – 80. Микросхемы интегральные. Классификация и система условных обозначений.

8. **Гост** 19480 – 74. Микросхемы интегральные. Термины. определения и буквенные обозначения.

9. **ГОСТ** 17467 – 79. Микросхемы интегральные. Основные размеры.

10. **Радиоежегодник** – 86 / Сост. А. В. Гороховский. М.: ДОСААФ, 1986. 144 с. С. 119 – 143.

11. **Лукьянов Д.** Измерители уровня сигнала на. ИС К157ДА1 // Радио. 1985. № 12. С. 31 – 33.

12. **Все** о микросхеме К157ХП3 /В. В. Андрианов, Г. П. Апреленко, А. И. Рыбалко, О. Ф. Тагоня // Радио. 1985. № 11. С. 33 – 36.

13. **Бурмистров Ю., Шадров А.** Применение микросхемы К548УН1 // Радио. 1981. № 9. С. 34 – 35.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие ... 3
Глава 1. Общие сведения об аналоговых интегральных микросхемах ... 4
1.1. Аналоговая интегральная микросхема – основа завершенного функционального узла бытовой радиоэлектронной аппаратуры ... 4
1.2. Классификация аналоговых интегральных микросхем ... 6
1.3. Система условных обозначений аналоговых интегральных микросхем ... 7
1.4. Типовые корпуса аналоговых интегральных микросхем ... 9
1.5. Условия эксплуатации аналоговых интегральных микросхем ... 17

Глава 2. Интегральные микросхемы для звуковоспроизводящей аппаратуры ... 18
2.1. Серия К174 ... 18
2.2. Серии К538, КР538 ... 61
2.3. Серия К548 ... 66

Глава 3. Интегральные микросхемы для аппаратуры магнитной записи ... 73
3.1. Серия К157 ... 73
3.2. Серия К174 ... 107
3.3. Серия К547 ... 111

Глава 4. Интегральные микросхемы для радиоприемной аппаратуры ... 117
4.1. Серия К157 ... 117
4.2. Серия К171 ... 121
4.3. Серия К174 ... 123
4.4. Серия К175 ... 180
4.5. Серия К525 ... 187
4.6. Серия КР1005 ... 192
4.7. Серия КР1015 ... 197

Глава 5. Рекомендации по применению аналоговых интегральных микросхем для бытовой радиоаппаратуры ... 200
5.1. Общие положения ... 200
5.2. Дополнительные испытания ИМС при изготовлении РЭА ... 201
5.3. Внешние воздействия на ИМС при производстве РЭА ... 202
5.4. Формовка и обрезка выводов ИМС ... 204
5.5. Лужение и пайка выводов ИМС ... 206
5.6. Особенности установки ИМС на печатную плату ... 209
5.7. Способы защиты ИМС от электрических воздействий ... 212

Приложение 1. Конструкции и чертежи корпусов аналоговых интегральных микросхем для бытовой радиоаппаратуры ... 217
Приложение 2. Указатель аналоговых интегральных микросхем и их функциональных аналогов ... 235
Список литературы ... 238

Справочник

Атаев Джаваншир Исмаил Оглы

Болотников Владимир Александрович

Аналоговые интегральные микросхемы для бытовой радиоаппаратуры

Редактор *А.А. Цитленко*

Художник *А.Ю. Землеруб*

Художественный редактор *Е. Н. Венедиктова*

Технический редактор *Н. Н. Хотулева*

Корректор *В. В. Сомова*

ИБ № 23

Набор и верстка выполнены на компьютерах
издательства МЭИ
Операторы *М. С. Новикова, Е. Б. Ухловская*

Подписано в печать с оригинала-макета 20.03.91
Формат 70×100/16 Бумага офсетная №2 Гарнитура Таймс
Печать офсетная Усл. печ. л. 19,35 Усл. кр.-отт.19,52
Уч.-изд. л. 15,68 Тираж 100000 экз. (1-й завод 1 – 50000 экз.)
Заказ 926 Цена 4 р. 80 к.
Издательство МЭИ
105835, Москва, ГСП, Е-205, Красноказарменная ул., д. 14

Типография №4 Госкомпечати СССР
Москва, Б. Переяславская ул., д. 46

4 р. 80 к.

АНАЛОГОВЫЕ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ МИКРОСХЕМЫ

ИЗДАТЕЛЬСТВО МЭИ